

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ В.А. Попов
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

**зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології**

на тему: «Бенчмаркінг енергетичної ефективності житлових будівель»

Виконав (-ла):

студент (-ка) II курсу, групи ОН-81мп

Лях Володимир Михайлович _____

Керівник:

к.т.н., доц. Бориченко О.В. _____

Консультант з нормоконтролю:

ас. Прокопенко І.Д. _____

Рецензент:

д.т.н., проф. Дешко В.І. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Ляху Володимиру Михайловичу

1. Тема дисертації «Бенчмаркінг енергетичної ефективності житлових будівель»

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Бориченко О.В.

затверджені наказом по університету від «04» листопада 2019 р. №3814-с

2. Термін подання студентом дисертації «15» грудня 2019 року

3. Об'єкт дослідження є житлові будівлі за адресою місто Київ, вул. Степана Васильченка 6 та вул. Новгородська 11

4. Предмет дослідження (Вихідні дані) методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- проаналізувати існуючі методи та підходи до створення бенчмаркінгу енергоефективності об'єктів.
- розробити етапи бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель.
- виявити основні показники енергоефективності для бенчмаркінгу житлових будівель.
- запропонувати заходи та підходи для підвищення рівня енергоефективності житлових будівель.

– розробити стартап проект за результатами досліджень.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (графіки споживання енергоресурсів, бенчмаркінг енергетичної ефективності будинків)

7. Орієнтовний перелік публікацій:

- тези доповіді , що опубліковані в збірнику VI Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2019 року;

-тези доповіді, опубліковані у збірнику II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

8. Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання 31 травня 2019 року

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Аналіз існуючих методи та підходи до створення бенчмаркінгу енергоефективності об'єктів | 01.05.19-15.05.19 | Виконано |
| 2 | Виявлення основних показників енергоефективності для бенчмаркінгу | 15.08.19-15.09.19 | Виконано |
| 3 | Розроблення етапів бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель | 16.09.19-15.11.19 | Виконано |
| 4 | Заходи та підходи для підвищення рівня енергоефективності житлових будинків | 16.11.19-30.11.19 | Виконано |
| 5 | Розроблення стартап-проекту | 01.11.19-05.12.19 | Виконано |
| 6 | Оформлення дисертації | 01.11.19-05.12.19 | Виконано |
| 8 | Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування | 30.10.19-10.12.19 | Виконано |
| 8 | Передзахист МД | 10.12.19-15.12.19 | Виконано |
| 9 | Захист дисертації | 16.12.19-20.12.19 | Виконано |

Студент

(підпис)

Лях В.М.

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Бориченко О.В.

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи. Магістерська дисертація на тему: «Бенчмаркінг енергетичної ефективності житлових будівель» складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 98 сторінок основного тексту, в тому числі 37 рисунки, 34 таблиць, 42 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. Одна з актуальних проблем для України є підвищення рівня енергоефективності внаслідок застосування нових методів та підходів для її оцінки і, як наслідок, зниження енерговитрат у житлово-комунальному господарстві. На цей час, для оцінювання реального стану енергозбереження на об'єктах існує цілий ряд різних по характеру методів, механізмів і практичних заходів. Одним з таких досить нових управлінських механізмів є використання методології бенчмаркінгу енергоефективності. Маючи у розпорядженні такий механізм, можна підвищити рівень адекватності планування споживання енергетичних ресурсів і обґрунтувати вибір об'єктів, щодо впровадження заходів з енергозбереження.

Актуальність і доцільність використання бенчмаркінгу полягає в тому, що в основі концепції лежить виявлення «кращих» методів досягнення цілей.

Наразі в Україні бенчмаркінг не знайшов широкого застосування. Його використовують, в основному, для рейтингового оцінювання в університетах та інститутах. В інших сферах діяльності про бенчмаркінг як еталонне співставлення та інструмент управління, який має науково-методичну базу і визнання в усьому світі не знають.

Метою магістерської дисертації є створення методології бенчмаркінгу енергетичної ефективності житлових будинків, яка ґрунтується на процесі збору, аналізу та співставлення даних, з метою оцінювання, порівняння та підвищення їх рівня енергоефективності.

Для досягнення поставленої мети дослідження були вирішенні наступні завдання:

- аналіз існуючих методів та підходів для створення бенчмаркінгу енергоефективності житлових будівель;
- проведення енергетичного аудиту житлових будівель та обстеження їх інженерних систем;
- оцінювання потенціалу енергоефективності;
- заходи та підходи з енергоефективності для підвищення рівня енергоефективності житлових будинків;
- розроблення етапів бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель;
- виявлення основних показників енергоефективності для бенчмаркінгу житлових будинків.
- розроблення стартап-проекту за результатами дослідження .

Об’єктом дослідження є житлові будівлі за адресою місто Київ, вул. Степана Васильченка 6 та вул. Новгородська 11.

Предметом дослідження є методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності.

Методи дослідження. Методичною основою дисертаційного дослідження є комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, використовуваних для: визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні житлової будівлі – метод оцінки річного енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні житлової будівлі; проведення енергетичного аудиту житлової будівлі – методи збору, аналізу, узагальнення та логічного підходу.

Для виконання всіх розрахунків та оформлення магістерської дисертації було використано наступне програмно-алгоритмічне забезпечення: MS Word, MS Excel, Mathtype.

Наукова-практична новизна отриманих результатів полягає у розробленні методології бенчмаркінгу енергетичної ефективності будівель, яка ґрунтується на формуванні та визначенні відповідних даних і показників енергоспоживання у порівнянні якісних та кількісних результатів між будівлями, що дозволяє оцінити, порівняти та підвищити рівень ефективності енергоспоживання будівель із врахуванням загальних тенденцій зміни обсягів споживання.

Практичне значення роботи. Розроблена методологія бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель дає можливість оцінити та порівняти енергетичну ефективність між двома або більше об'єктами. Це може привести до скорочення загального споживання енергії і, отже, скорочення витрат і викидів вуглекислого газу.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюднені на VI Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2019 року та на II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

Публікації: тези доповіді, що опублікована в збірнику VI Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2019 року та на II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бенчмаркінг, енергетична ефективність, енергоспоживання, енергозбереження.

ABSTRACT

Structure and scope of work. Master's thesis on «Benchmarking of energy efficiency of residential buildings» consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of sources used and 2 appendices. The total volume of the work is 128 pages of the main text, including 23 figures, 27 tables, 52 bibliographic titles by reference list and 2 appendices.

Actuality of theme. Housing and communal services (Housing) have great potential for energy conservation. Improving the energy efficiency of housing facilities is one of the strategic goals of Ukraine's public policy. Energy consumption of utilities is high today, since the bulk of buildings are built in times of massive construction, when energy efficiency was not given much attention.

Buildings require a systematic approach to managing and analyzing energy efficiency. Sometimes, even a detailed energy audit is not enough. For more efficient selection of energy-saving measures, you also need to use the experience of predecessors, which is exactly why benchmarking exists.

The relevance and feasibility of using benchmarking is that the concept is based on the identification of "best" methods of achieving the goals.

At present, benchmarking has not been widely used in Ukraine. It is used mainly for rating in universities and institutes. In other areas of benchmarking, the benchmarking and management tool that has a scientific and methodological base and is not recognized worldwide.

The aim of the master's thesis is to create a benchmarking methodology for residential energy efficiency that is based on the process of collecting, analyzing and collating data to evaluate, compare and improve their energy efficiency.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- analysis of existing methods and approaches for creating benchmarking of energy efficiency of residential buildings;

- conducting energy audits of residential buildings and inspecting their engineering systems;
- assessment of energy efficiency potential;
- energy efficiency measures and approaches to improve the energy efficiency of residential buildings;
- development of stages of benchmarking of energy efficiency for residential buildings;
- Identify key energy efficiency indicators for residential benchmarking\$
- development of a startup project based on the research results.

The object of the study is residential buildings at Kyiv, str. 6 Stepan Vasilchenko Str. 11.

The subject of the study is the methodology of energy efficiency benchmarking.

Research methods. The methodological basis of the dissertation research is a set of general scientific and special methods used for: determination of energy consumption during heating, cooling and hot water supply in a residential building - a method of estimating annual energy consumption in heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply of a residential building; conducting energy audit of a residential building - methods of collection, analysis, generalization and logical approach.

The following software and algorithms were used to perform all the calculations and the master's thesis: MS Word, MS Excel, Mathtype.

The scientific and practical novelty of the obtained results is to develop a methodology for benchmarking the energy efficiency of buildings, which is based on the formation and determination of relevant data and indicators of energy consumption in comparison of qualitative and quantitative results between buildings, which allows to evaluate, compare and improve the level of energy efficiency of buildings with trends changes in consumption.

The practical meaning of the work. The developed energy efficiency benchmarking methodology for residential buildings makes it possible to evaluate and compare energy efficiency between two or more sites. This can lead to a reduction in total energy consumption and, consequently, to a reduction in CO₂ costs and emissions.

Publications: abstracts of the report, published in the collection of the VI International Scientific-Technical and Educational-Methodological Conference Energy Management: State and Prospects for Development - 2019 and at the II Scientific and Technical Conference of ICE Undergraduates (based on the results of the dissertations of the undergraduate students).

KEYWORDS: benchmarking, energy efficiency, energy consumption, energy conservation.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 11 |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ПІДХОДІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БЕНЧМАРКІНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ..... | 14 |
| 1.1 Сутність, мета і завдання бенчмаркінгу..... | 14 |
| 1.2 Класифікація та обґрунтування видів бенчмаркінгу..... | 19 |
| 1.3 Світова практика використання бенчмаркінгу | 23 |
| 1.4 Стан бенчмаркінгу енергоефективності в Україні | 29 |
| Висновок до розділу 1..... | 30 |
| РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДИНКІВ ТА ЇХ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ..... | 31 |
| 2.1 Опис енергоаудиту | 31 |
| 2.2 Загальний опис житлових будинків | 34 |
| 2.3 Аналіз історичних даних..... | 35 |
| 2.4 Дані обстеження житлових будинків | 47 |
| 2.5 Розрахунки тепловтрат через зовнішні огороження під час виконання енергетичних обстежень будинків..... | 49 |
| 2.6 Опис інженерних систем..... | 57 |
| 2.7 Заходи з енергозбереження..... | 61 |
| Висновок до розділу 2..... | 69 |
| РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЯ БЕНЧМАРКІНГУ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ | 71 |
| 3.1 Введення | 71 |
| 3.2 Вимоги для бенчмаркінгу енергетичної ефективності | 73 |
| 3.3 Етапи бенчмаркінгу..... | 73 |
| Висновки до розділу 3 | 81 |
| РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ | 82 |
| ВИСНОВКИ | 92 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 93 |

ВСТУП

Структура і обсяг роботи. Магістерська дисертація на тему: «Бенчмаркінг енергетичної ефективності житлових будівель» складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 128 сторінок основного тексту, в тому числі 23 рисунки, 27 таблиць, 52 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Актуальність теми. Одна з актуальних проблем для України є підвищення рівня енергоефективності внаслідок застосування нових методів та підходів для її оцінки і, як наслідок, зниження енерговитрат у житлово-комунальному господарстві. На цей час, для оцінювання реального стану енергозбереження на об'єктах існує цілий ряд різних по характеру методів, механізмів і практичних заходів. Одним з таких досить нових управлінських механізмів є використання методології бенчмаркінгу енергоефективності. Маючи у розпорядженні такий механізм, можна підвищити рівень адекватності планування споживання енергетичних ресурсів і обґрунтувати вибір об'єктів, щодо впровадження заходів з енергозбереження.

Актуальність і доцільність використання бенчмаркінгу полягає в тому, що в основі концепції лежить виявлення «кращих» методів досягнення цілей.

Наразі в Україні бенчмаркінг не знайшов широкого застосування. Його використовують, в основному, для рейтингового оцінювання в університетах та інститутах. В інших сферах діяльності про бенчмаркінг як еталонне співставлення та інструмент управління, який має науково-методичну базу і визнання в усьому світі не знають.

Метою магістерської дисертації є створення методології бенчмаркінгу енергетичної ефективності житлових будинків, яка ґрунтується на процесі збору, аналізу та співставлення даних, з метою оцінювання, порівняння та підвищення їх рівня енергоефективності.

Для досягнення поставленої мети дослідження були вирішенні наступні завдання:

- аналіз існуючих методів та підходів для створення бенчмаркінгу енергоефективності житлових будівель;
- проведення енергетичного аудиту житлових будівель та обстеження їх інженерних систем;
- оцінювання потенціалу енергоефективності;
- заходи та підходи з енергоефективності для підвищення рівня енергоефективності житлових будинків;
- розроблення етапів бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель;
- виявлення основних показників енергоефективності для бенчмаркінгу житлових будинків.
- розроблення стартап-проекту за результатами дослідження .

Об’єктом дослідження є житлові будівлі за адресою місто Київ, вул. Степана Васильченка 6 та вул. Новгородська 11.

Предметом дослідження є методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності.

Методи дослідження. Методичною основою дисертаційного дослідження є комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, використовуваних для: визначення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні житлової будівлі – метод оцінки річного енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні житлової будівлі; проведення енергетичного аудиту житлової будівлі – методи збору, аналізу, узагальнення та логічного підходу.

Для виконання всіх розрахунків та оформлення магістерської дисертації було використано наступне програмно-алгоритмічне забезпечення: MS Word, MS Excel, Mathtype.

Наукова-практична новизна отриманих результатів полягає у розробленні методології бенчмаркінгу енергетичної ефективності будівель, яка ґрунтується на формуванні та визначенні відповідних даних і показників енергоспоживання у порівнянні якісних та кількісних результатів між будівлями, що дозволяє оцінити, порівняти та підвищити рівень ефективності енергоспоживання будівель із врахуванням загальних тенденцій зміни обсягів споживання.

Практичне значення роботи. Розроблена методологія бенчмаркінгу енергоефективності для житлових будівель дає можливість оцінити та порівняти енергетичну ефективність між двома або більше об'єктами. Це може привести до скорочення загального споживання енергії і, отже, скорочення витрат і викидів вуглекислого газу.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюднені на VI Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2019 року та на II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

Публікації: тези доповіді, що опублікована в збірнику VI Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2019 року та на II Науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: бенчмаркінг, енергетична ефективність, енергоспоживання, енергозбереження.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ПІДХОДІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БЕНЧМАРКІНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Сутність, мета і завдання бенчмаркінгу

Об'єкти будівельного фонду потребують системного підходу до управління та аналізу ефективності використання енергетичних ресурсів. Для оцінки ефективності споживання енергоресурсів і потенціалу енергозбереження об'єктів потрібен детальний енергоаудит. Для більш ефективного підбору енергозберігаючих заходів також потрібно використовувати досвід попередників, саме для цього й існує бенчмаркінг.

Уперше термін «бенчмаркінг» було застосовано в 1972 році Кембриджським інститутом стратегічного планування, де розробили відому програму удосконалення ринкової стратегії, що дала поштовх для ефективного розв'язування широкого кола проблем компанії в умовах великої конкуренції. Способи і методи даної програми базувалися на виявленні і використанні досвіду кращих практик підприємств, які мали значний успіх у відповідній сфері діяльності.

У 1979 році компанія Rank Xerox використовувала порівняльний аналіз на практиці, а саме: конкуренти пропонували своїм клієнтам аналогічні за якістю продукти, але за нижчої ціни. Потім проаналізувавши вартість і якість своїх продуктів, корпорація почала бенчмаркінг конкурентоспроможності, щоб подолати ринкові проблеми, викликані катастрофічно швидким спадом частки ринку. В рамках проекту було проведено порівняльний аналіз продукції конкурентів, оцінка їх специфікацій, розробка унікальної ринкової пропозиції. Правильне виконання задуманого завдання значно зміцнили конкурентні позиції Xerox. Після чого, топ-менеджер компанії Р. Кемп вперше сформулювала визначення бенчмаркінгу: «Бенчмаркінг – це пошук кращих

практик в галузі, які ведуть до найвищих досягнень » [1]. Маючи це на увазі, співробітники Хегох були переконані, що бенчмаркінг – це безперервний процес досягнення переваг перед конкурентами [2].

Перш за все, важливо, щоб на перший план виходила не лише продукція, але й процеси та, пов'язані з ними, організаційні структури. Крім того, розвиток бенчмаркінгу як наукового інструменту в бізнесі змістив ідею вимірювання своєї точки зору назустріч динамічній ідеї бенчмаркінгу.

Ось так Центр продуктивності та якості Вестінгхаус виходить за рамки концепції Р. Кемпа. Він визначає бенчмаркінг як «постійний пошук та застосування ефективних практик, які суттєво покращують конкурентоспроможність» [3]. Таким чином, крім порівняння предметів бенчмаркінгу через ярмарки, він включає також прийняття практик, які використовує інша компанія, щоб зробити показник порівняння більш ефективними. Перш за все, ця ідея лежить в основі багатьох визначень вісімдесятих, як і наступне: «Процес жорсткого вимірювання власних здібностей проти кращих конкурентів, аналіз яких допомагає зустріти або, навіть, перегнати конкурентів» [3].

Проблема такого підходу полягає в тому, що компанія може дізнатися лише від компаній тієї ж галузі, наскільки хороший їх конкурент. В принципі, аналіз конкурентів дає можливість зробити подальші вдосконалення власних продуктів чи процесів, щоб потім їх перевершити. Однак це важко, оскільки конкурент також постійно працює над оптимізацією своєї продукції та процесів, і через конкурентну ситуацію він буде дуже обмежений у наданні детальної інформації про свою компанію, продукцію та процеси. Ці обмеження не поширюються на компанії, які не є конкурентами, наприклад, належать до інших галузей. Як результат, у 1980-х роках бенчмаркінг розширився, найкращі практики були обрані незалежно від галузі. Метод бенчмаркінгу поширився на процес або методи, наприклад, виставлення рахунків виробничої компанії порівнювалося з банком.

Що в більшості визначень залишається незрозумілим, це як перейти від вимірювання до адаптації результатів інших або поліпшення ефективності. Однак, основа бенчмаркінгу – це насамперед, пошук та визначення орієнтирів, які дозволять зробити порівняння.

Підсумовуючи вищезазначене, бенчмаркінг – це інструмент управління, який використовується для оптимізації конкурентних позицій компанії. Він спрямований на те, щоб виміряти власну ефективність шляхом порівняння з так званими «найкращими практиками» інших компаній чи власних підрозділів, а також здійснити відповідні процеси навчання та адаптації з метою покращення їх власних результатів.

Є. Михайлова у своїй роботі порівняла бенчмаркінг з «продуктом еволюційного розвитку концепції конкурентоспроможності, який передбачає розроблення програм поліпшення, котрі вперше з'явилися в Японії» [4]. Основою цього визначення є порівняння продукту конкурента з продуктом досліджуваного підприємства з метою підвищення конкурентоспроможності останнього.

За останні роки бенчмаркінг став предметом дослідження вітчизняних науковців, дослідників, економістів і навіть інженерів. Треба зазначити, що в цьому напрямку зроблено вже багато.

Цікавими є праці: В.П. Розен, Б.Л. Тішкевич, П.В. Розен [5], А. Гончарук [6], Т. Вишинської [7], О. Бровкової, О. Манакової [8], І. Дячок, М. Теплої [9], О. Жилінської [10, 11], Ю. Двірка [12] та інших. Хочеться зазначити, що кожен з авторів використовує власне поняття бенчмаркінгу.

Сутність бенчмаркінгу є в тому, що він створює аналогову базу, котра може бути використана як еталонний об'єкт поглибленого вивчення [13]. Цілі, яких спроможний досягнути підприємець за допомогою інструментарію бенчмаркінгу, – різні: поліпшити позицію стосовно конкурента; зменшити витрати; підвищити рівень задоволення споживача; збільшити ефективність діяльності; визначити слабкі місця процесу; розробити нові ідеї; поліпшити

якість продукції; вдосконалити організацію тощо [13]. Порівняльний аналіз поширених методів та інструментів управління і бенчмаркінгу показано в таблиці 1.1 [13].

Таблиця 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|--|---|--|
| Об'єкт порівняння | Дослідження ринку | Аналізування діяльності конкурентів | TQM | Бенчмаркінг |
| Категорія управління | Інструмент | Інструмент | Інструмент | Технологія |
| Об'єкт використання | Відділ маркетингу | Відділ маркетингу | Усі підрозділи підприємства | Усі підрозділи підприємства |
| Вид інформації | Зовнішня про сегменти ринку і споживачів | Зовнішня про стратегії конкурентів | Внутрішня про власний продукт, зовнішня про продукт конкурентів | Внутрішня про підприємство, зовнішня про конкурентів, лідерів |
| Об'єкт вивчення | Потреби споживачів, товари і послуги | Стратегії конкурентів, ринки і товари | Продукція конкурента, ринки | Підприємства-конкуренти, методи ведення бізнесу |
| Мета | Надання інформації для прийняття рішень | Надання інформації про становище конкурента на ринку | Поліпшення якості продукції, зниження собівартості | Поліпшення становища на ринку шляхом оптимізації діяльності |
| Філософія | Вивчення середовища перебування | Вивчення конкурентів | Надання споживачеві товару високої якості за низькою ціною | Організація власної діяльності таким чином, щоб задовольнити інтереси всього ланцюжка цінності |

Бенчмаркінг використовують для збирання максимально повної інформації про діяльність певних об'єктів. Отримана інформація дасть змогу оцінити в повній мірі особливості діяльності лідерів конкурентного середовища і причини їхнього успіху, щоб в подальшому використати у процесі побудови ефективної моделі.

Бенчмаркінг – це мистецтво знаходження або виявлення того, що інші роблять краще за всіх, з подальшим вивченням, удосконаленням і застосуванням найкращих методів роботи [14].

Бенчмаркінг – це:

- деталізована, формалізована і впорядкована методика;
- безперервний процес детального дослідження найкращих практик;
- визначення області, в якій поліпшення доцільно з ключових питань бізнесу;
- встановлення стандартів на основі накопиченого «найкращого» досвіду;
- виявлення еталонного підприємства, що дотримується цих стандартів;
- адаптація і застосування найкращих досвіду і підходів з метою приведення бізнесу у відповідність зі стандартами.

Мета бенчмаркінгу: підвищення ефективності власної діяльності і завоювання переваг у конкурентній боротьбі. Предметом бенчмаркінгу є технологія, виробничі процеси, методи організації виробництва і збуту продукції.

До основних завдань бенчмаркінгу відноситься:

- визначення конкурентоспроможності компанії і її слабих сторін;
- усвідомлення необхідних змін;
- відбір ідей щодо кардинального поліпшення процесів;
- виявлення найкращих прийомів роботи для компаній;
- розробка інноваційних підходів до вдосконалення бізнес-процесів;

- постановка довгострокових цільових показників якості роботи, які значно перевищують поточні;

- переорієнтація корпоративної культури.

Досягнення поставлених завдань допомагає організаціям:

- поліпшити позицію по відношенню до конкурентів;

знижити витрати;

- укріпити конкурентну позицію;

- підвищити ступінь задоволеності споживача;

- збільшити ефективність;

- визначити слабкі місця;

- розробити нові ідеї;

- поліпшити організацію.

Ідеальний варіант бенчмаркінгу – отримання інформації з перших рук, оскільки виключається можливість її недостовірності і фальсифікації. У кожній організації є обсяг інформації, яку необхідно розкривати, щоб натомість отримати цінні відомості від інших учасників ринку.

1.2 Класифікація та обґрунтування видів бенчмаркінгу

Багато різних організацій використовують бенчмаркінг у своїй діяльності, можливо свідомо, а можливо не усвідомлюючи це. З огляду на це, можна стверджувати, що є різні види бенчмаркінгу, орієнтовані для вирішення різних завдань чи проблем. Загальної і єдиної класифікації різновидів бенчмаркінгу нема, хоча різні дослідники у своїх роботах намагаються її сформулювати.

На кожному підприємстві бенчмаркінг виконує два дуже важливі завдання: 1) дає загальне бачення всієї галузі, при цьому може не обмежуватися однією галуззю; 2) займається конкретними показниками виконання певної функції (процесу). Ці два завдання він може виконувати одночасно або кожне

окремо. Отже, найзагальніший поділ за видами бенчмаркінгу починається з групування його за результатами дослідження: панорамний, або бенчмаркінг конкурентоспроможності та процесний (бенчмаркінг, що стосується процесів) [15].

Панорамний бенчмаркінг, або як ще його називають бенчмаркінг конкурентоспроможності, представляє собою порівняння власних характеристик з характеристиками конкурентів; дослідження продуктів, процесів та методів.

Бенчмаркінг процесу – це діяльність зі зміни певних показників і функціональності для їх зіставлення з тими підприємствами, характеристика яких в аналогічних процесах досконаліша [13].

Також, бенчмаркінг поділяється на: внутрішній, зовнішній, загальний та функціональний (табл. 1.2 та 1.3) [13].

Таблиця 1.2 - Класифікація бенчмаркінгу за ознакою «Об’єкт порівняння»

| Вид бенчмаркінгу | Визначення |
|--|--|
| Внутрішній бенчмаркінг | Полягає в зіставленні характеру і якості роботи аналогічних підрозділів у межах компанії; нерідко використовують результати одного й того самого підрозділу протягом різних періодів |
| Зовнішній бенчмаркінг: – усередині галузі – поза межами галузі | Полягає в порівнянні підрозділу з аналогічними підрозділами кращих світових організацій у межах певної галузі Порівнюють з партнером поза межами організації та галузі, охоплюючи інші галузі |
| Загальний | Порівняння організації з непрямыми конкурентами за вибраними параметрами |
| Функціональний | Порівняння за окремими функціями (продаж, закупівля і т. д.) стосовно організацій у тій же галузі, але не обов’язково прямих конкурентів |

Насправді надзвичайно багато різних видів бенчмаркінгу. З кожним днем їх стає все більше й більше. Для того, щоб більш-менш орієнтуватися у вже існуючих видах, можна використати таблицю 1.4 [13].

Таблиця 1.3 - Характерні риси видів бенчмаркінгу за ознакою «Об’єкт порівняння»

| Вид бенчмаркінгу | Об’єкт порівняння | Визначення цілей | Умови використання |
|---|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Загальний | – непрямі конкуренти | – досягнення стійких конкурентних переваг | – полегшений збір інформації; – потребує адаптації |
| Функціональний | – лідери щодо виконання функцій незалежно від галузі | – виведення функції на новий рівень виконання | – об’ємний потенціал для поліпшень |
| Внутрішній бенчмаркінг | – філії; – дочірні підприємства власної компанії | – поліпшення роботи підприємства | – часто перший крок бенчмаркінгу; – порівняно зручні умови; – обмежений потенціал поліпшень |
| Зовнішній бенчмаркінг: усередині галузі | – конкуренти; – інші підприємства галузі (постачальники, покупці) | – досягнення конкурентних переваг; – лідерство в галузі | – постійна прив’язка до аналізу конкурентів; – постійне аналізування розвитку галузі |
| за межами галузі | – підприємство з кращими рішеннями у виконанні певних функцій чи процесів (по кожній галузі) | – досягнення конкурентних переваг; – досягнення ліпших результатів | – пошук аналогів; – об’ємний потенціал для поліпшень |

При такому розмаїтті видів бенчмаркінгу виникає проблема правильного його вибору для вирішення конкретної задачі. Для цього рекомендується

враховувати фазу життєвого циклу, на якому вони перебувають, про який можна дізнатися у роботі Ж. Поплавської [16].

Таблиця 1.4 - Різновиди бенчмаркінгу

| Класифікаційна ознака | Різновиди бенчмаркінгу |
|------------------------|---|
| 1 | 2 |
| Результати дослідження | <ul style="list-style-type: none"> – панорамний (бенчмаркінг конкурентоспроможності) – процесний |
| Об'єкт порівняння | <ul style="list-style-type: none"> – внутрішній – зовнішній (усередині галузі) – зовнішній (поза межами галузі) – загальний – функціональний |
| Рівень проведення | <ul style="list-style-type: none"> – оперативний – стратегічний – глобальний |
| Предмет порівняння | <ul style="list-style-type: none"> – показник – продукт – процес – обладнання – функція – стратегія |
| Масштаб порівняння | <ul style="list-style-type: none"> – комплексний – функціональний |
| Учасники порівняння* | <ul style="list-style-type: none"> – індивідуальний (самооцінка) – консультаційний – корпоративний – асоціативний |

Продовження табл. 1.4

| 1 | 2 |
|----------------------------------|---|
| Мета проведення | <ul style="list-style-type: none"> – зменшення витрат – поліпшення якості – задоволеність клієнтів – скорочення виробничого циклу (цикл обслуговування) |
| Об'єкт наслідування ** | <ul style="list-style-type: none"> – бенчмаркінг лідера – бенчмаркінг середнього рівня – бенчмаркінг «спокою» |
| Напрямок проведення порівняння * | <ul style="list-style-type: none"> – вертикальний – горизонтальний – системний |
| Фаза інновації | <ul style="list-style-type: none"> – пошук ідеї – планування програми – НДДКР – виробництво – просування товарів на ринок |

1.3 Світова практика використання бенчмаркінгу

Використання бенчмаркінгу є специфічною і комплексною роботою, яка залежить від багатьох факторів. Незважаючи на теоретичну простоту впровадження бенчмаркінгу, зробити це на практиці надзвичайно складно, що пов'язане з відсутністю інформації про еталонні підприємства, які не хочуть ділитися своїм досвідом з різних причин. Проте, відомо декілька варіантів вирішення організаційних питань для впровадження бенчмаркінгу.

За словами А. Казанцева бенчмаркінг потрібно організовувати як інноваційний проект, який складається з трьох етапів:

- планування проекту (формулювання цілей, аналіз проблем, тобто планування всього проекту);

- оцінка й аналіз об'єкта (збирання та опрацювання інформації, пошук альтернатив, прогнозування та прийняття рішень);
- розроблення і реалізація заходів (реалізація плану інновацій).

Схематично етапи реалізації бенчмаркінгу представлені на рисунку 1.3 [13].

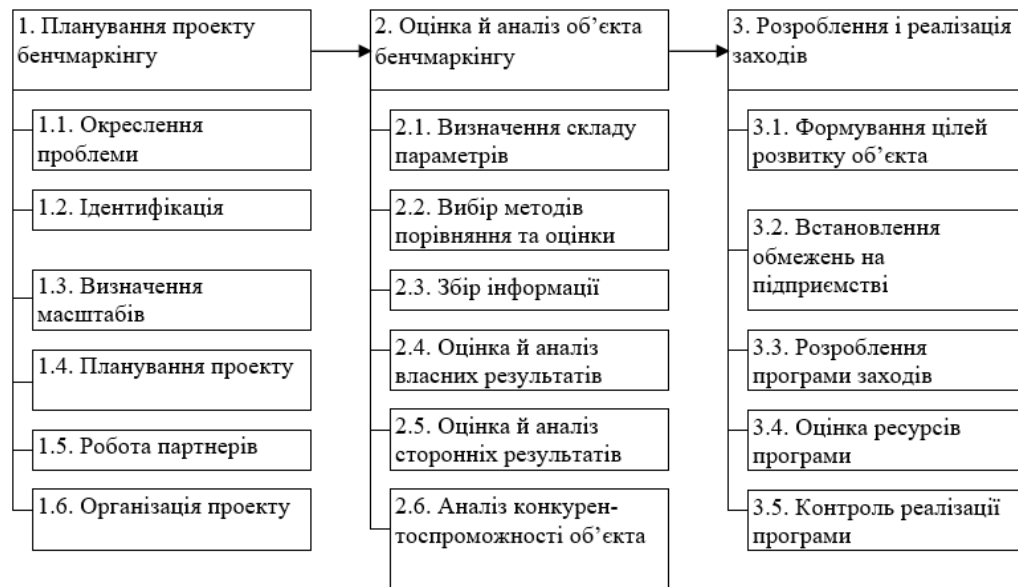


Рисунок 1.3 - Стадії бенчмаркінгу (за А. Казанцевим)

Першим етапом бенчмаркінгу у більшості авторів є дослідження об'єкту та збір інформації. Для цього можна використати, розроблені індивідуально для кожного об'єкту або універсальні, анкети. Як правило вони містять наступні розділи: якість, стратегічне планування, людські ресурси, оцінка результатів і задоволеність споживачів. Основною метою анкет є виявлення актуальності впровадження бенчмаркінгу.

На рисунку 1.4 [17] зображено шаблон бенчмаркінгу, який запропонувала раніше згадана компанія Хегох, який можна використати для деталізації схеми бенчмаркінгу.



Рисунок 1.4 - Шаблон бенчмаркінгу (розробила корпорація Хегох)

Критичними факторами називають характеристики, умови тощо, що безпосередньо впливають на успіх організації.

Використовувані методи – це процеси, методи або набір прецедентів, які сприяють успіху на ринку [18].

Верхня частина шаблону стосується внутрішнього дослідження, а нижня частина – дослідження зовнішнього середовища. Ліва сторона – це орієнтир на споживача, а права – на методах для поліпшення процесів.

Для простої роботи з даним шаблоном потрібно дати відповіді на стандартні питання, які ставляться у кожному з квадратів, а саме : «Як є?», «Як має бути?» і «Як могло би бути?».

Перевагами моделі є простота трактування і орієнтація не тільки на теперішні досягнення конкурентів, а й на майбутні.

Недоліками можна вважати відсутність чітких покрокових інструкцій проведення бенчмаркінгу та необхідність тривалих дорогих досліджень.

В загальному шаблон бенчмаркінгу більше орієнтується на перші дві стадії проекту – планування і аналіз, дуже мало уваги приділяючи процесу реалізації.

Інформацію для бенчмаркінгу можна брати в технічних бібліотеках, в різних сферах діяльності, у різних звітах, публікаціях тощо.

Початковий результат бенчмаркінгу – план дій. Необхідно визначити, наскільки динамічно відбувається прогрес, а також швидкість змін. Найголовніше – врахувати вимоги майбутнього. З цього випливає мета бенчмаркінгу – передбачити, що зроблять конкуренти і як скоротити розрив між своїм підприємством та підприємством конкурента. На рисунку 1.5 [19] наведений приблизний план розвитку ситуації на ринку без використання бенчмаркінгу. Очевидно, що за незначного розходження на початковому етапі (5%) завтра розрив може колосально збільшитися за умови, що всі підприємства розвиваються [13].

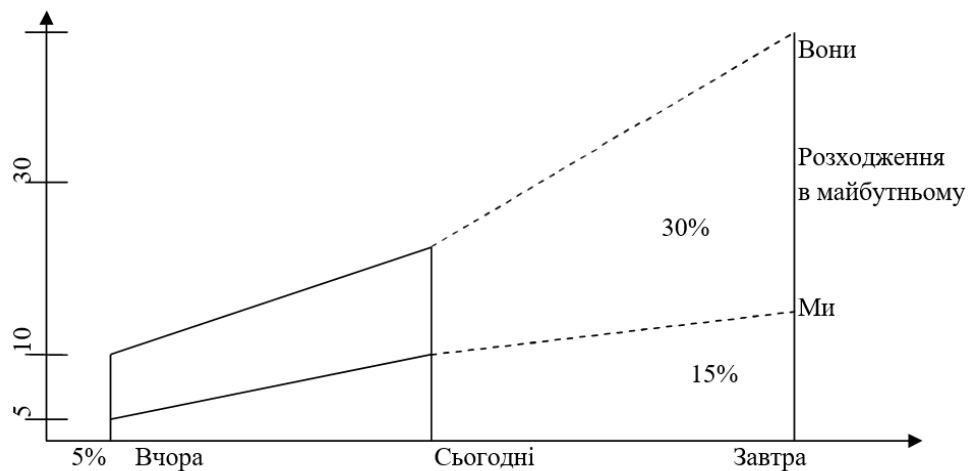


Рисунок 1.5 - Порівняльний графік розвитку підприємства

Після роботи із шаблоном можна переходити до впровадження бенчмаркінгу на підприємстві. Для цього використовують модель Р. Кемпа [15]. Її графічно зображено на рисунку 1.6 [15].

Дана модель найбільш повно розкриває процеси бенчмаркінгу. Проте модель Кемпа не є універсальною і не завжди підходить всім підприємствам. Тому розробляються і інші моделі, які адаптують безпосередньо для конкретних об'єктів.

Однією з таких моделей є модель Schrott Glaswerke, яку розробила німецька компанія з виробництва скла рисунок 1.7 [20].

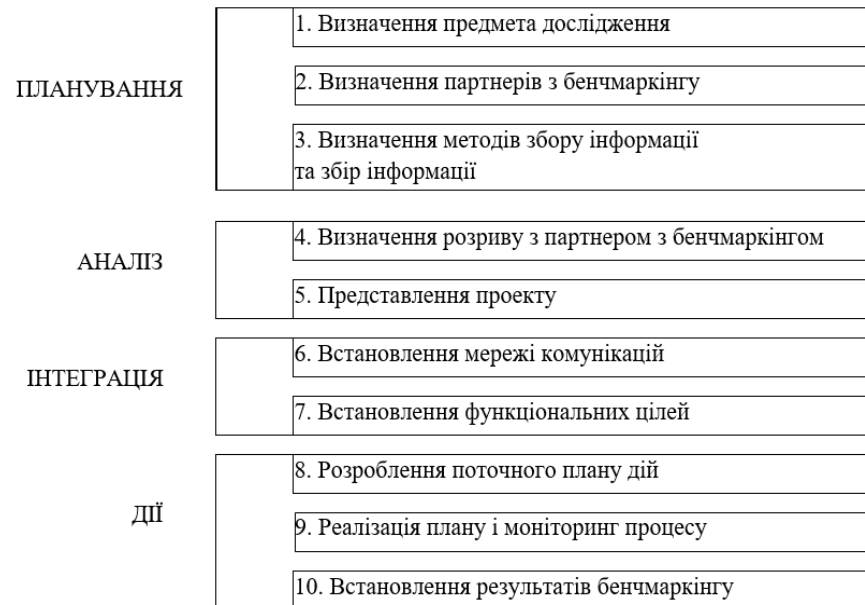


Рисунок 1.6 - Модель бенчмаркінгу Роберта Кемпа

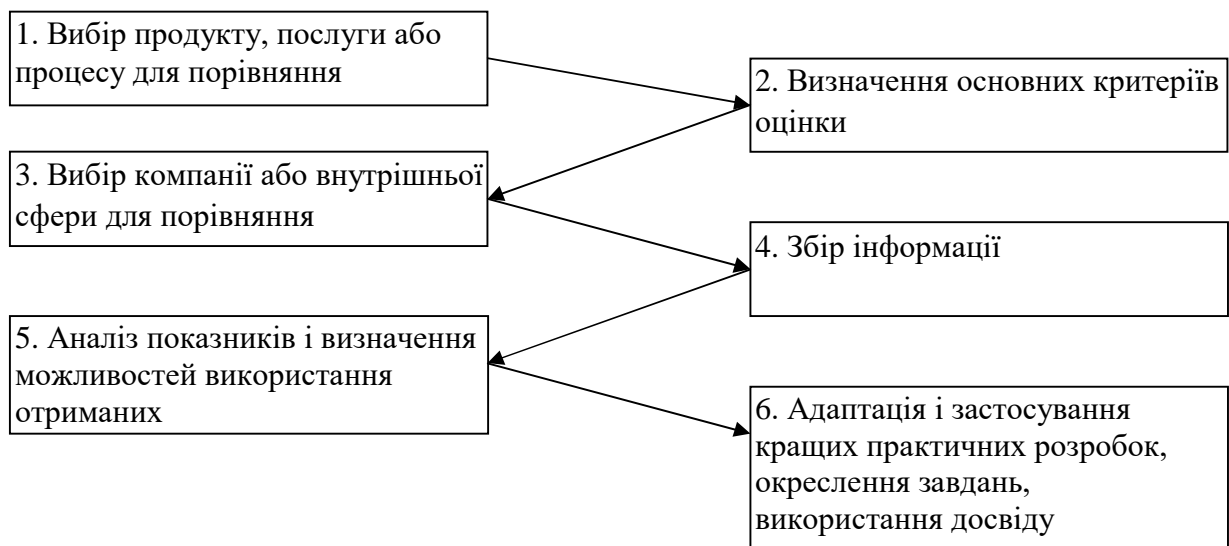


Рисунок 1.7 - Модель бенчмаркінгу Schrott Glaswerke

Наведена модель відрізняється від класичної моделі Р. Кемпа тим, що її другий етап – визначення критеріїв оцінки як предмета бенчмаркінгу, так і партнера з бенчмаркінгу, тоді як залишається незрозумілим, яким чином

визначають предмет бенчмаркінгу в низці різних функцій і процесів, котрі відбуваються на підприємстві. Проте подібне визначення критеріїв оцінки є виправдане, якщо йдеться про партнерів з бенчмаркінгу і спосіб порівняння предмета бенчмаркінгу на власному підприємстві з аналогом партнера з бенчмаркінгу. Крім того, дана модель є першою, в якій сказано, що порівняння може відбуватися не тільки із зовнішнім партнером, можливе і внутрішнє порівняння діяльності різних підрозділів. У моделі, яку запропонувала Schrott Glaswerke, нема визначення результатів бенчмаркінгу, а етапи 4–9 моделі Р.Кемпа зведені до етапів 5–6, тобто етапів менше. Таким чином, наведена модель вужча, що демонструє специфіку підприємства, на якому вона була розроблена [13].

Наступним прикладом є модель компанії ІВМ, яка була розроблена на початку 1990-х років, рисунок 1.8 [21].



Рисунок 1.8 - Моделі бенчмаркінгу компанії ІВМ

Моделі є надто детальною і дещо заплутаною, проте не позбавленою певних переваг.

До недоліків можна віднести нечіткість формулювання перших чотирьох етапів, звідси незрозуміло, для чого необхідно вибирати належні критерії оцінки, а потім пріоритетний об'єкт порівняння, оскільки предмет бенчмаркінгу вибирається тільки один раз.

Проте подальше подання процесу є досить детальним і може бути використано підприємствами, що тільки починають впроваджувати бенчмаркінг, як детальний посібник.

Цінним є останній пункт моделі, який говорить про необхідність повернення до першого етапу. Таким чином, замикається цикл, і бенчмаркінг стає постійним процесом.

1.4 Стан бенчмаркінгу енергоефективності в Україні

В роботі [5] в 2012 році зазначали, що для застосування і поширення бенчмаркінгу енергоефективності в Україні необхідно вирішити наступні питання:

- внести зміни до закону України «Про енергоефективність»;
- врахувати цю проблему в Програмі енергозбереження України;
- розробити Концепцію впровадження бенчмаркінгу в Україні;
- розробити низку національних стандартів України з бенчмаркінгу;
- розробити програмну підтримку оброблення потоків даних при проведенні бенчмаркінгу.

Наразі основним документом в даному питанні є національний стандарт ДСТУ EN 16231:2017 «Методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності» [22], прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо EN 16231:2012 (версія en) «Energy efficiency benchmarking methodology». У цьому стандарті є посилання на ISO 50001:2011, прийнятий в Україні як національний стандарт ДСТУ ISO 50001:2014 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання та EN 15900:2010, прийнятий в Україні як національний стандарт ДСТУ EN 15900:2017 (EN 15900:2010, IDT) Послуги у сфері енергетичної ефективності.

Висновки до розділу 1

1. Якщо підсумувати вищезазначене, то можна зробити висновки, що бенчмаркінг – це технологія управління, яка з'явилась в період 1970–1980-х років. Хоча концепція і з'явилася досить давно її можна вважати новою, оскільки популярності вона почала набирати зовсім недавно.

Треба зауважити, що чіткого поняття бенчмаркінгу не існує і зараз, але на прикладі наступного визначення можна охарактеризувати саму його сутність: «бенчмаркінг – це інноваційна технологія управління, яка на основі критичної оцінки власного внутрішнього і зовнішнього середовищ та дослідження ведення бізнесу іншими успішними компаніями, що працюють як на аналогічному стосовно досліджуваного підприємства ринку, так і на інших ринках, дає змогу створити безперервну систему вдосконалень для підвищення ефективності бізнесу на основі оригінальних управлінських, організаційних, маркетингових та фінансових дій і рішень» [13].

2. Нема чіткої класифікації бенчмаркінгу, це говорить про те, що дане питання повністю не досліджене і ще є над чим працювати.

3. Були розглянуті різні моделі бенчмаркінгу на зарубіжних прикладах, що показало, наскільки його впровадження є різноманітним та індивідуальним в залежності від особливостей досліджуваного об'єкту

РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ БУДИНКІВ ТА ЇХ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

2.1 Опис енергоаудиту

Енергетичний аудит - це вид діяльності, спрямований на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання за рахунок підвищення ефективності їх використання.

Енергоаудит охоплює детальний аналіз рівня досягнутої / досяжної енергоефективності організації, обладнання, систем(и) або процесу(ів). Він ґрунтується на відповідному вимірюванні та спостереженні за використанням енергії, енергоефективністю та енергоспоживанням. Енергетичні аудити плануються і проводяться в межах ідентифікації та визначення пріоритетів можливостей з метою підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності, скорочення втрат енергії і отримання пов'язаних з цим екологічних вигод.

Підсумковим документом енергоаудиту є звіт, який містить результати аналізу стану споживання паливно-енергетичних ресурсів, опис об'єкта обстеження, а також рекомендації щодо підвищення ефективності енергоспоживання.

Метою енергоаудиту є аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) об'єктами. Розробка комплексу енергозберігаючих заходів, спрямованих на зниження енергетичних витрат будинків.

В основі методики проведення енергоаудиту даних будинків було покладено принципи та підходи, закладені в ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичний аудит. Вимоги та настанова щодо їх проведення (ISO 50002:2014, IDT), в тій частині, що стосується енергоаудиту типу В. Процес енергетичного аудиту складався з етапів, що представлені на рисунку 2.1 та більш детально описані нижче.



Рисунок 2.1 – Блок-схема процесу енергетичного аудиту (у відповідності до положень ДСТУ ISO 50002:2016)

Основи цього підходу можуть бути коротко описані наступним чином як представлено нижче.

Планування енергоаудиту. На етапі планування енергоаудиту було визначено обсяг робіт відповідно до рівня деталізації, що вказано проектом (прийнятним для першого етапу та другого типу енергоаудиту відповідно до ДСТУ ISO 50002:2016).

Попередня нарада та збір даних. Метою попередньої наради для є інформування зацікавлених сторін про цілі енергоаудиту, визначення характеру та обсягу робіт з енергоаудиту, меж та методів енергетичного аудиту, а також обговорення заходів з підготування до проведення енергоаудиту.

Проведення огляду об'єкту. Ознайомлення з основними конструктивними особливостями. Відбувалося дослідження даних щодо різних видів енергоспоживаючого обладнання та процесів.

При проведенні огляду об'єкту були використані наступні принципи:

- оцінити використання і споживання енергії відповідно до характеру та обсягу робіт з енергоаудиту, меж, цілі(ей) аудиту та узгоджених методів;
- зрозуміти вплив встановленого режиму роботи та поведінки користувачів на рівень досягнутої / досяжної енергоефективності;
- генерувати попередні ідеї, можливості, оперативні зміни або технології, які можуть призвести до підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності;
- скласти список сфер діяльності і процесів, для яких потрібні додаткові дані з метою проведення подальшого аналізу;
- переконатися у тому, що надані дані за минулі періоди є характерними для нормальної експлуатації.

Аналіз інформації. Після збору інформації на об'єктах було проаналізовано об'єми споживання енергетичних ресурсів та визначено впливові фактори. Для даного об'єктів впливовими на споживання факторами визначено кількість проживаючих та погодні умови. Для збору даних про об'єкт дослідження використовувались такі заходи, як: аналіз наданої представником будинків технічної документації про будівлі, візуальне обстеження зовнішнього стану огорожувальних конструкцій та елементів інженерних систем, інструментальні вимірювання. Для виконання цього етапу використовувались методичні підходи, викладені в наступних нормативних документах (в тих частинах, де це не суперечить вимогам ДСТУ ISO 50002:2016):

1. ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 Проектування. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
2. ДБН В.1.2-11-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії.
3. ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

Після узгодження фінальної редакції звіту з експертами проекту проводиться представлення звіту за результатами енергоаудиту представникам будинків, що презентується на заключній нараді.

2.2 Загальний опис житлових будинків

Об'єктом енергетичного аудиту є житлові будинки.

Адреса: м. Київ, вул. Васильченка, 6 та вул. Новгородська, 11. Будинки зображені на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Будинки, вул. Васильченка 6 та вул. Новгородська 11

Будинки призначений для проживання. Загальна інформація про будівлі показана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Загальна інформація про будівлі.

| | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Рік побудови | 1967 | 1966 |
| Кількість квартир | 53 | 53 |

Продовження таблиці 2.1

| | | |
|---------------------------------|----|----|
| Кількість однокімнатних квартир | 30 | 26 |
| Кількість двокімнатних квартир | 14 | 18 |
| Кількість трикімнатних квартир | 9 | 9 |

2.3 Аналіз історичних даних

Споживання електричної енергії

Для детального огляду проводилося вивчення динаміки зміни споживання електричної енергії протягом останніх років.

Дані щодо споживання електричної енергії будівлями за 2016 – 2018 роки, що представлені в таблиці 2.2, були надані представником домів, а на рисунках 2.3-2.6 відображено динаміку зміни споживання за 2016-2018 роки.

Таблиця 2.2 – Річне споживання електроенергії

| Електроенергія | | | | | | |
|----------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| місяці | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | кВт·год | | кВт·год | | кВт·год | |
| | Васильченка 6 | Новгородська 11 | Васильченка 6 | Новгородська 11 | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
| 1 | 415 | 437 | 380 | 395 | 400 | 366 |
| 2 | 366 | 437 | 310 | 397 | 325 | 357 |
| 3 | 315 | 434 | 350 | 393 | 320 | 353 |
| 4 | 382 | 415 | 412 | 389 | 377,5 | 352 |
| 5 | 299 | 413 | 325 | 381 | 335 | 344 |
| 6 | 300 | 407 | 321 | 348 | 335 | 334 |
| 7 | 336 | 393 | 382,5 | 341 | 345 | 329 |
| 8 | 350 | 396 | 365 | 341 | 317,5 | 338 |
| 9 | 319 | 390 | 447,5 | 354 | 322,5 | 345 |
| 10 | 510 | 420 | 377,5 | 372 | 367,5 | 350 |
| 11 | 360 | 426 | 342,5 | 382 | 402,5 | 363 |
| 12 | 495 | 429 | 400 | 392 | 402,5 | 369 |
| Σ | 4447 | 4993 | 4413 | 4483 | 4250 | 4198 |



Рисунок 2.3 – Графік споживання електричної енергії по роках



Рисунок 2.4 – Графік споживання електричної енергії по місяцях за 2016 рік



Рисунок 2.5 – Графік споживання електричної енергії по місяцях за 2017 рік



Рисунок 2.6 – Графік споживання електричної енергії по місяцях за 2018 рік

Споживання теплової енергії

У таблиці 2.3 наведені дані по споживанню за 2016 – 2018 роки по опаленню. Також, для детального аналізу нижче на рисунках 2.7-2.10 наведені графіки споживання теплової енергії.

Таблиця 2.3 – Річне споживання теплової енергії

| місяці | Теплова енергія | | | | | |
|--------|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | Гкал | | Гкал | | Гкал | |
| | Васильченка | Новгородська | Васильченка | Новгородська | Васильченка | Новгородська |
| 1 | 40,2 | 43,8 | 42,3 | 39,4 | 45,5 | 48,1 |
| 2 | 36,4 | 37,8 | 47,5 | 34 | 50,9 | 41,5 |
| 3 | 28,9 | 33,7 | 27,5 | 30,3 | 51,3 | 37 |
| 4 | 18,8 | 9,4 | 11,7 | 8,5 | 20,9 | 10,4 |
| 5 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 14,8 | 21,1 | 8,7 | 19 | - | 23,2 |

| | | | | | | |
|----------|-------|-------|--------|------|-------|-------|
| 11 | 29,9 | 31 | 33,3 | 27,9 | 27,9 | 34,1 |
| 12 | 41,9 | 39,9 | 39,58 | 35,9 | 45,3 | 43,8 |
| Σ | 210,9 | 216,7 | 210,58 | 195 | 241,8 | 238,1 |

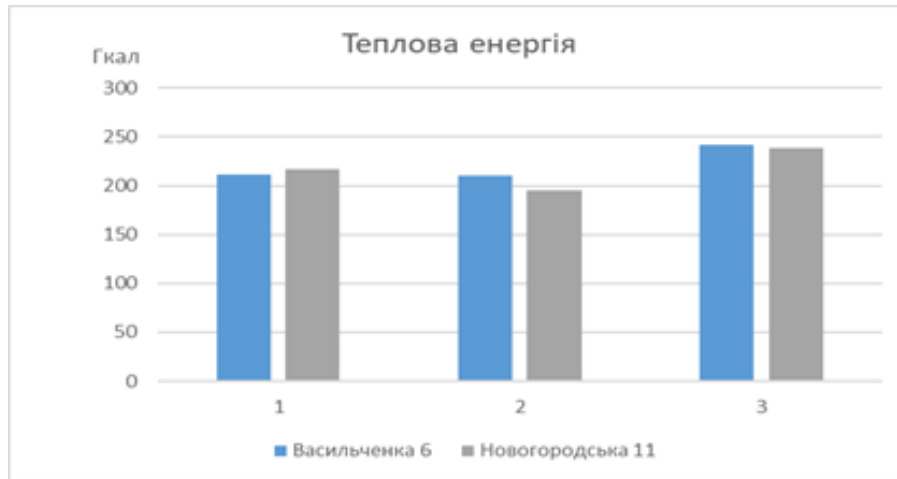


Рисунок 2.7 – Графік споживання теплової енергії по роках



Рисунок 2.8 – Графік споживання теплової енергії по місяцях за 2016 рік



Рисунок 2.9 – Графік споживання теплової енергії по місяцях за 2017 рік



Рисунок 2.10 – Графік споживання теплової енергії по місяцях за 2018 рік

Споживання холодної води

Дані, які показують споживання холодної води за останні 3 роки наведені в таблиці 2.4, а графічна ілюстрація зображена на рисунках 2.11-2.14.

Таблиця 2.4 – Річне споживання холодної води

| Холодна вода | | | | | | |
|--------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| місяці | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| | м3 | | м3 | | м3 | |
| | Васильченка 6 | Новгородська 11 | Васильченка 6 | Новгородська 11 | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
| 1 | 328 | 328 | 308 | 308 | 298 | 367,85 |
| 2 | 283 | 283 | 293 | 293 | 341 | 326,19 |
| 3 | 277 | 277 | 264 | 264 | 223 | 333,72 |

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|--------|
| 4 | 487 | 487 | 306 | 306 | 303 | 330,5 |
| 5 | 255 | 255 | 255 | 255 | 298 | 345,2 |
| 6 | 291 | 291 | 343 | 343 | 342 | 345,87 |
| 7 | 294 | 294 | 423 | 423 | 395 | 316,12 |
| 8 | 245 | 245 | 307 | 307 | 417 | 378,52 |
| 9 | 303 | 303 | 304 | 304 | 425 | 352,16 |
| 10 | 270 | 270 | 452 | 452 | 320 | 328,8 |
| 11 | 300 | 300 | 348 | 348 | 293 | 350,02 |
| 12 | 244 | 244 | 188 | 188 | 160 | 384,05 |
| Σ | 3577 | 3577 | 3791 | 3791 | 3815 | 4159 |



Рисунок 2.11 – Графік споживання холодної води по роках



Рисунок 2.12 – Графік споживання холодної води по місяцях за 2016 рік



Рисунок 2.13 – Графік споживання холодної води по місяцях за 2017 рік



Рисунок 2.14 – Графік споживання холодної води по місяцях за 2018 рік

Тарифи на енергоносії за останні 3 роки

В наведених нижче таблицях 2.5, 2.6 та 2.7 показана динаміка зміни тарифів на електричну, теплову енергію та холодну воду за 2016-2018 роки.

На наведених нижче діаграмах (рисунок 2.15 та 2.16) показано динаміку зміни витрат коштів та тарифу на електричну енергію за період 2016-2017 років для будинків.

Таблиця 2.5 - Основні дані щодо тарифу на електричну енергію для будинків за 2016 – 2018 роки

| місяць | Тариф на електричну енергію за роками, грн./кВт-год | | |
|----------|---|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| січень | 0,789 | 1,29 | 1,68 |
| лютий | 0,789 | 1,29 | 1,68 |
| березень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| квітень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| травень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| червень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| липень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| серпень | 0,99 | 1,68 | 1,68 |
| вересень | 1,29 | 1,68 | 1,68 |
| жовтень | 1,29 | 1,68 | 1,68 |
| листопад | 1,29 | 1,68 | 1,68 |
| грудень | 1,29 | 1,68 | 1,68 |



Рисунок 2.15 – Динаміка зміни витрат та тарифу на електричну енергію для будинків за 2016 – 2018 роки

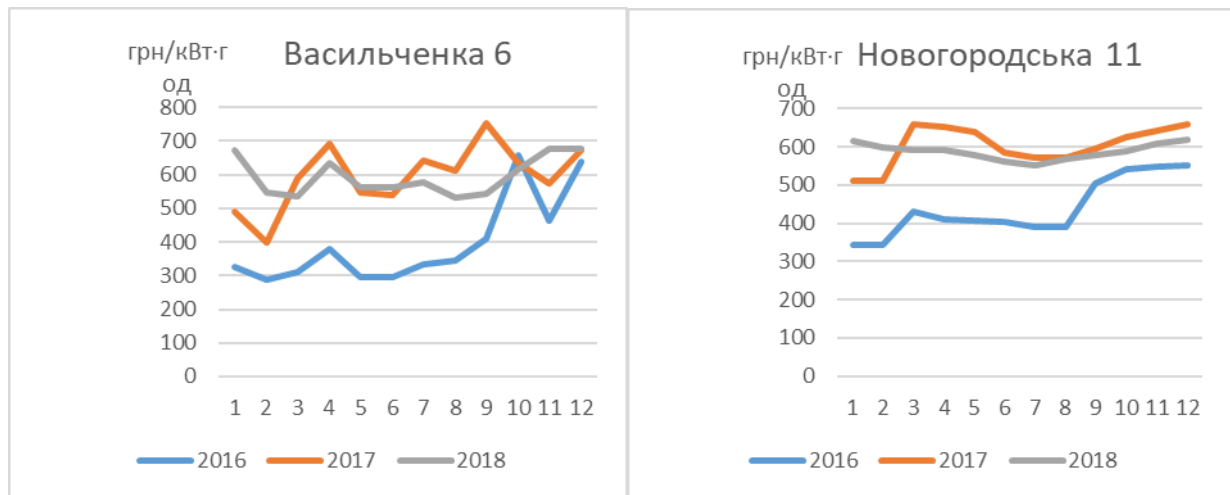


Рисунок 2.16 – Помісячні витрати на споживання електроенергії, грн./кВт-год, для будинків за 2016 – 2018 роки

Як бачимо з рисунку 2.15, динаміка змін витрат на електричну енергію має тенденцію до зростання, хоча споживання зменшується. Основною причиною збільшення витрат є підвищення тарифів, яке можна побачити у таблиці 2.5.

Таблиця 2.6 - Основні дані щодо тарифу на теплову енергію для будинків за 2016 – 2018 роки

| місяць | Тариф на теплову енергію за роками, грн./Гкал | | |
|----------|---|---------|---------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| січень | 628,59 | 1203,72 | 1177,81 |
| лютий | 628,59 | 1203,72 | 1177,81 |
| березень | 628,59 | 1203,72 | 1177,81 |
| квітень | 628,59 | 1203,72 | 1177,81 |
| травень | 628,59 | 1203,72 | 1177,81 |
| червень | 628,59 | 1178,27 | 1177,81 |
| липень | 1203,72 | 1177,81 | 1177,81 |
| серпень | 1203,72 | 1177,81 | 1177,81 |
| вересень | 1203,72 | 1177,81 | 1177,81 |
| жовтень | 1203,72 | 1177,81 | 1219,95 |
| листопад | 1203,72 | 1177,81 | 1219,95 |
| грудень | 1203,72 | 1177,81 | 1219,95 |

На наведених нижче діаграмах (рисунок 2.17 та 2.18) показано динаміку зміни витрат коштів та тарифу на теплову енергію за період 2016-2017 років для будинків.

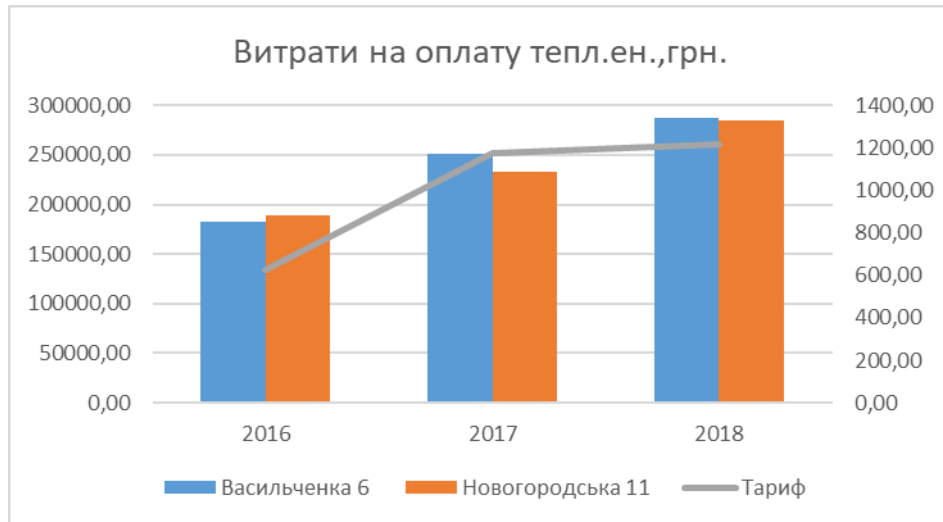


Рисунок 2.17 – Динаміка зміни витрат та тарифу на теплову енергію для будинків за 2016 – 2018 роки

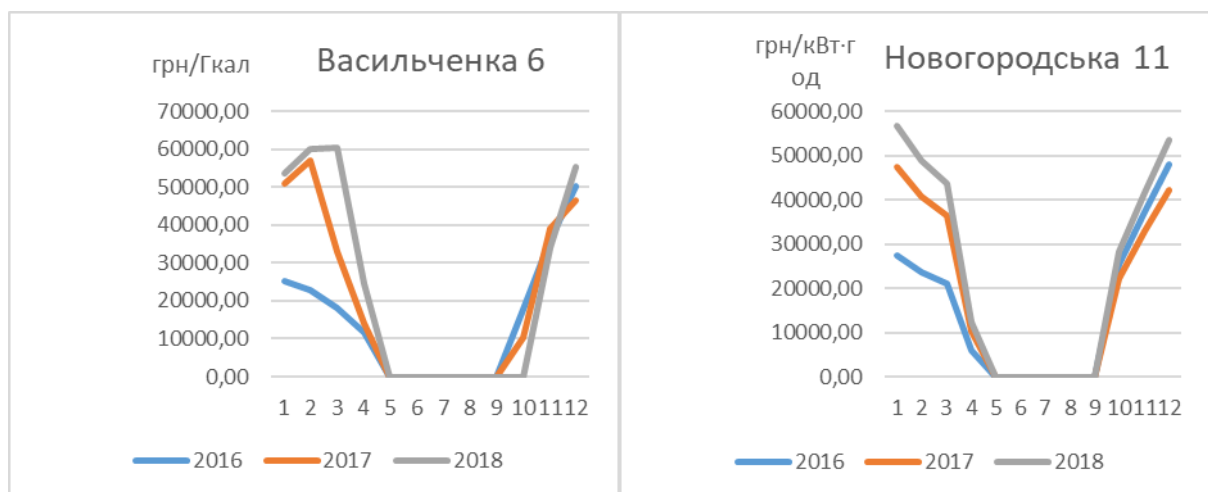


Рисунок 2.18 – Помісячні витрати на споживання електроенергії, грн/Гкал, для будинків за 2016 – 2018 роки

Як бачимо з рисунку 2.17, динаміка змін витрат на теплову енергію має тенденцію до неухильного зростання. На зріст витрат вплинуло підвищення тарифу на теплову енергію та її споживання.

Таблиця 2.7 - Основні дані щодо тарифу на холодну воду для будинків за 2016 – 2018 роки

| місяць | Тариф на теплову енергію за роками, грн./м3 | | |
|----------|---|-------|-------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| січень | 10,24 | 13,77 | 15,49 |
| лютий | 10,24 | 13,77 | 15,49 |
| березень | 10,24 | 13,77 | 15,49 |
| квітень | 10,24 | 13,77 | 15,49 |
| травень | 10,24 | 15,79 | 15,49 |
| червень | 10,24 | 15,79 | 15,49 |
| липень | 10,24 | 15,79 | 15,49 |
| серпень | 13,77 | 15,79 | 16,72 |
| вересень | 13,77 | 15,79 | 16,72 |
| жовтень | 13,77 | 15,79 | 16,72 |
| листопад | 13,77 | 15,79 | 16,72 |
| грудень | 13,77 | 15,79 | 16,72 |

На наведених нижче діаграмах (рисунок 2.19 та 2.20) показано динаміку зміни витрат коштів та тарифу на постачання холодної води та її водовідведення за період 2016-2017 років для будинків.

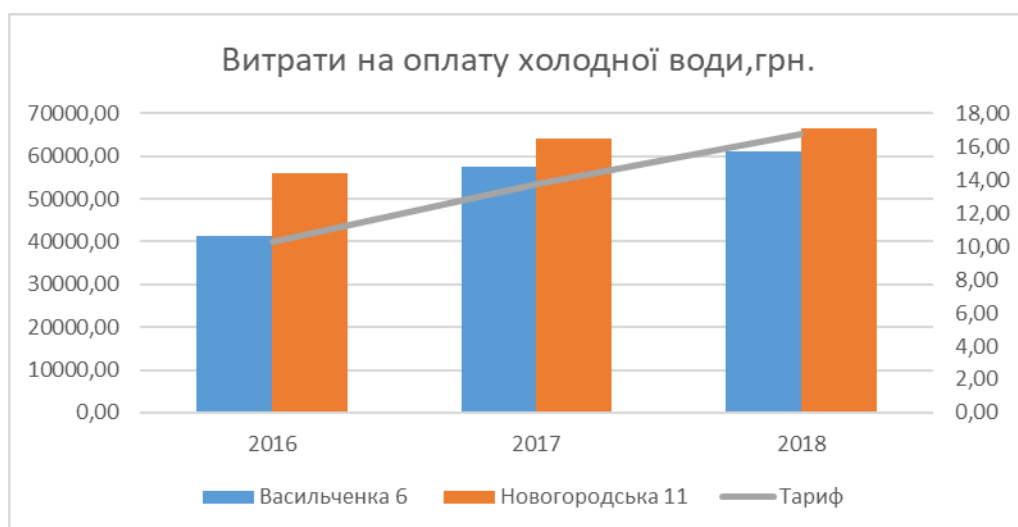


Рисунок 2.19 – Динаміка зміни витрат та тарифу на холодну воду для будинків за 2016 – 2018 роки

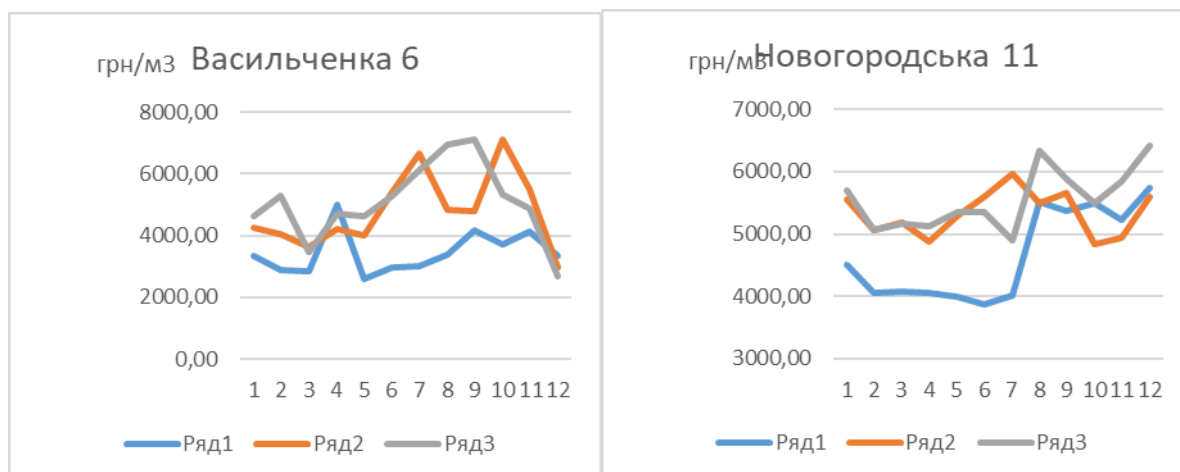


Рисунок 2.20 – Помісячні витрати на споживання електроенергії, грн/м³, для будинків за 2016 – 2018 роки

Як бачимо з рисунку 2.19, динаміка змін витрат на холодну воду має тенденцію до зростання, при чому, споживання зменшується. На зріст витрат вплинуло в основному збільшення тарифу.

На рисунку 1.21 та 1.22 зображено розподіл вартості споживання енергетичних ресурсів у процентному співвідношенні з урахуванням актуальних тарифів для обох будинків.



Рисунок 1.21 – Розподіл споживання енергетичних ресурсів у будинку Васильченка 6



Рисунок 1.22 – Розподіл споживання енергетичних ресурсів у будинку Новгородська 11

2.4 Дані обстеження житлових будинків

На об'єктах було проведено тепловізійне обстеження стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівель об'єкту, результати якого представлені у на рисунках 2.23 - 2.24. Це дослідження виконувалось з метою виявлення наднормативних втрат тепла, прихованих дефектів, зон промерзання, місць пошкодження ізоляційних матеріалів, місць аномального перегріву в електричній мережі та елементах живлення тощо.

Для виявлення критичних місць всередині будівлі було проведено діагностику віконних рам, входних і вихідних дверей, внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій.

Опалення будівлі під час обстеження здійснювалось відповідно до налаштування системи теплозабезпечення.

Тепловізійна зйомка передбачає здійснення контролю стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем та надає можливість:

- оперативно провести натурні дослідження об'єкту, що виключає тривалі обстеження з використанням контактних приладів;
- організувати періодичні обстеження без переривання процесу експлуатації;

- за результатами обстеження надати рекомендації щодо усунення витоків теплової енергії.

За отриманими термограмами видно, що в деяких радіаторах спостерігається нерівномірний розподіл температури, що може свідчити про засміченість радіаторів.

Обстеження огорожувальних конструкцій виявило теплопровідні включення у віконних відкосах та у місцях примикання світлопрозорих конструкцій та дверей до фасаду. Також з термограм видно понаднормовану температуру фасаду будівлі під віконними рамами, де встановлені радіатори.

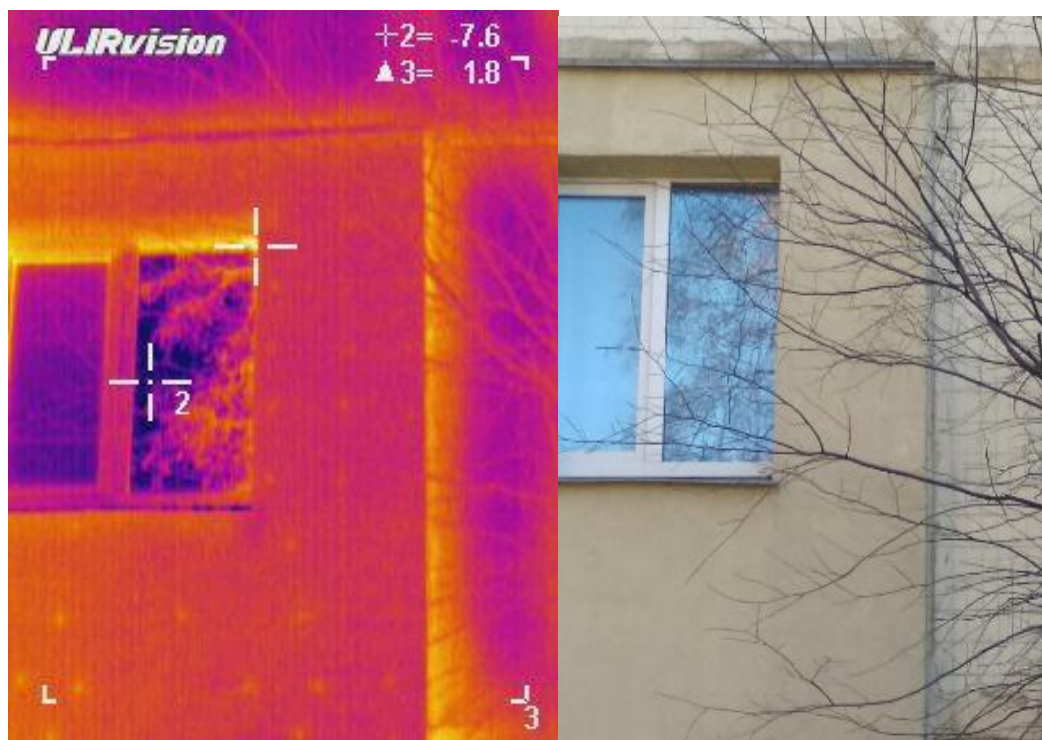


Рисунок 2.23 – Тепловізійний знімок утепленої частини будинку

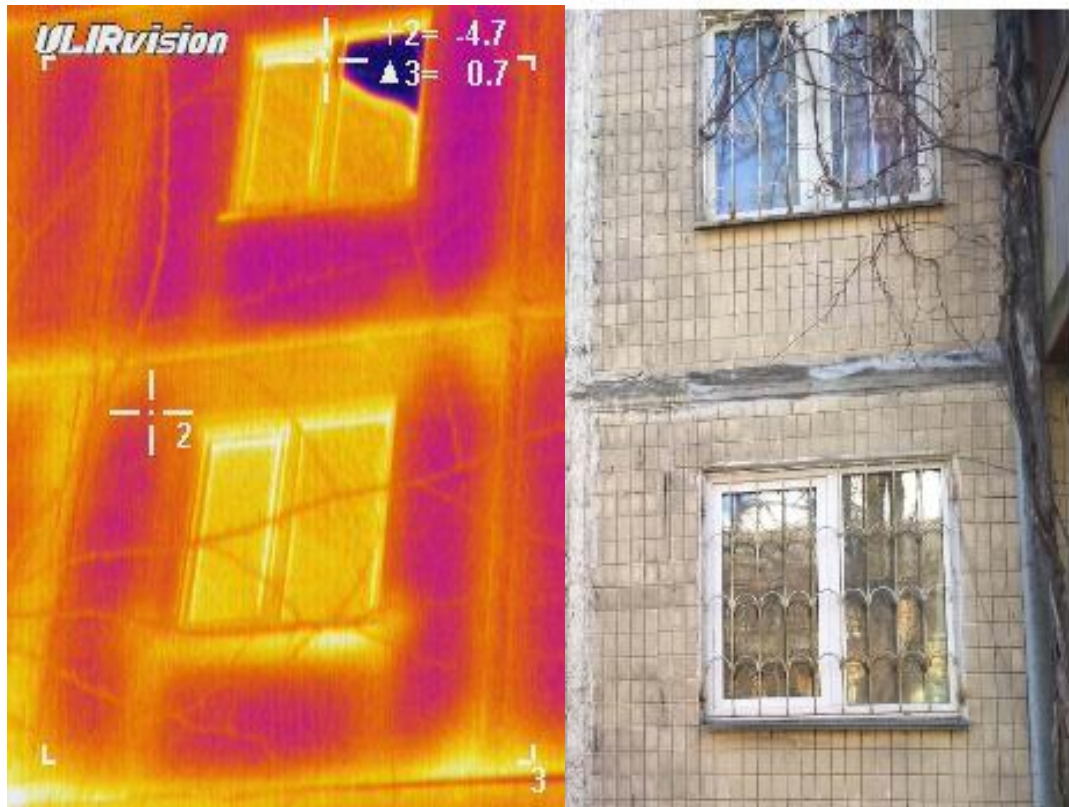


Рисунок 2.24 – Тепловізійний знімок не утепленої частини будинку

2.5 Розрахунки тепловтрат через зовнішні огороження під час виконання енергетичних обстежень будинків

Зовнішні стіни будівель виконані з залізобетонних панелей товщиною 220мм, ззовні вкриті облицювальним шаром штукатурки, без ізоляції. Зовнішній фасад не має очевидних пошкоджень.

1 шар: бетон теплоізоляційний $\lambda=0,1 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,22$ м;

2 шар: внутрішня цементно-піщана штукатурка $\lambda=0,81 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,01$ м;

3 шар: зовнішня цементно-піщана штукатурка $\lambda=0,81 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,01$ м.

Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням в I температурній зоні:

$$R_{Cm} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{2 \cdot \delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{КБ}}{\lambda_{КБ}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,81} + \frac{0,22}{0,1} + \frac{1}{8,7} = 2,38 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}.$$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін:

$$R_{qmin} = 3,3 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}; \quad R_{qmin} > R_{Cm}.$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідають нормативним. Тому в майбутньому потрібно виконати утеплення фасадів.

Обстеження вікон

Вікна у житлових будинках виконані з подвійним склінням у дерев'яних та металопластикових склопакетах.

Опір теплопередачі кожного з типів вікон:

- дерев'яні вікна: $R_{B1} = 0,4 \frac{m^2 \cdot K}{Bm};$
- металопластикові вікна: $R_{B2} = 0,52 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}.$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для вікон:

$$R_{qmin} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}; \quad R_{qmin} > R_{B1}; R_{qmin} > R_{B2}.$$

Значення термічного опору не відповідають нормативним.

Обстеження дверей

Двері житлових будинків:

- Двері типу 1 (залізні): $R_{Д1} = 0,29 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$
- Двері типу 2 (дерев'яні): $R_{Д2} = 0,24 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для дверей :

$$R_{qmin} = 0,65 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}; \quad R_{qmin} > R_{Д1}; R_{qmin} < R_{Д2}.$$

Значення термічного опору для дерев'яних дверей не відповідає нормативним. Тому доцільно їх замінити на більш енергоефективні.

Обстеження даху

Будівлі мають дах плоский, що складається з залізобетонних плит, які вкриті шаром руберойду та утеплений шаром скловолокна.

1 шар: залізобетонна плита $\lambda=2,04 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,22$ м;

2 шар: руберойд $\lambda=0,17 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,02$ м;

3 шар: скловолокно $\lambda=0,046 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,035$ м;

Розрахуємо термічний опір даху та порівняємо з нормативним значенням в І температурній зоні:

$$R_{до1} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{зБ}}{\lambda_{зБ}} + \frac{\delta_P}{\lambda_P} + \frac{\delta_{сВ}}{\lambda_{сВ}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,035}{0,046} + \frac{1}{8,7} = 1,145 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для даху :

$$R_{q\min} = 6 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}; \quad R_{q\min} > R_{до1}$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідає нормативному. Тому в майбутньому потрібно виконати утеплення даху.

Обстеження підлоги

Перекрыття підлоги складається з залізобетонної багатопустотної плити товщиною 300 мм, шару цементно-піщаної стяжки – 40 мм, верхній шар – лінолеум, який має товщину 50 мм. Підвал неопалювальний (або технічне підпілля) під всією площею будівлі.

1 шар: залізобетонна плита $\lambda=2,04 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,3$ м;

2 шар: цементно-піщана стяжка $\lambda=0,7 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,04$ м;

3 шар: лінолеум $\lambda=0,33 \frac{Вт}{м \cdot К}$ товщина $\delta=0,05$ м.

Розрахуємо термічний опір підлоги та порівняємо з нормативним значенням в І температурній зоні:

$$R_{П1} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{3Б}}{\lambda_{3Б}} + \frac{\delta_{ШТ}}{\lambda_{ШТ}} + \frac{\delta_{Л}}{\lambda_{Л}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{12} + \frac{0,3}{2,04} + \frac{0,04}{0,7} + \frac{0,05}{0,33} + \frac{1}{8,7} = 0,514 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для підлоги:

$$R_{qmin} = 3,75 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}; \quad R_{qmin} > R_{П1}$$

Реальний коефіцієнт термічного опору підлоги є дуже маленьким. Тому потрібно в майбутньому утеплити підлогу.

Тепловтрати

Тепловтрати через огорожувальні конструкції

Стіни:

$$R_{ст} = 2,38 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

$$Q_{ПнЗ} = F_{ПнЗ} \cdot \Delta t \cdot K = 282,3 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 3,44 = 5479,9 Bm;$$

$$Q_{ПнС} = F_{ПнС} \cdot \Delta t \cdot K = 462,8 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 3,44 = 8983,8 Bm;$$

$$Q_{ПодС} = F_{ПодС} \cdot \Delta t \cdot K = 282,3 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,05) \cdot 3,44 = 5230,9 Bm;$$

$$Q_{ПодЗ} = F_{ПодЗ} \cdot \Delta t \cdot K = 462,8 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,05) \cdot 3,44 = 12250,6 Bm;$$

$$\Sigma Q_{ст} = 31945 Bm = 0,027 Gcal / год;$$

Вікна:

$$R_{\epsilon 1} = 0,4 \frac{M^2 \cdot K}{Bm} \rightarrow K_1 = 2,5 \frac{Bm}{M^2 \cdot K};$$

$$R_{\epsilon 2} = 0,52 \frac{M^2 \cdot K}{Bm} \rightarrow K_2 = 1,92 \frac{Bm}{M^2 \cdot K};$$

$$Q_{\Pi H 31} = F_{\Pi H 3} \cdot t \cdot K = 3768,2 Bm;$$

$$Q_{\Pi H 32} = F_{\Pi H 3} \cdot t \cdot K = 4444,5 Bm;$$

$$Q_{\Pi H C} = 2512,1 Bm; \quad Q_{\Pi H C} = 4637,8 Bm;$$

$$Q_{\Pi O C} = 2009,7 Bm; \quad Q_{\Pi O C} = 5533,7 Bm;$$

$$Q_{\Pi O 3} = 1370,3 Bm; \quad Q_{\Pi O 3} = 4918,8 Bm;$$

$$\Sigma Q_{\epsilon 1} = 9660,3 Bm; \quad \Sigma Q_{\epsilon 2} = 19534,8 Bm;$$

$$\Sigma Q_{\epsilon 1} = 0,008 \Gamma \text{кал} / \text{год}; \quad \Sigma Q_{\epsilon 2} = 0,017 \Gamma \text{кал} / \text{год}.$$

Двери:

$$R_{\partial 1} = 0,29 \frac{M^2 \cdot K}{Bm} \rightarrow K_1 = 3,45 \frac{Bm}{M^2 \cdot K};$$

$$R_{\partial 2} = 0,24 \frac{M^2 \cdot K}{Bm} \rightarrow K_2 = 4,167 \frac{Bm}{M^2 \cdot K};$$

$$Q_{\Pi O C} = F_{\Pi O C} \cdot t \cdot K = 261,3 Bm;$$

$$Q_{\Pi H 3} = F_{\Pi H 3} \cdot t \cdot K = 294 Bm;$$

$$\Sigma Q_{cm} = 555,27 \text{ Bm};$$

$$\Sigma Q_{\partial} = 0,00047 \Gamma \text{кал} / \text{год}$$

Дач:

$$R_{\partial\partial} = 1,145 \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \rightarrow K = 0,87 \frac{Bm}{m^2 \cdot K};$$

$$Q = F \cdot (t_{вн} - t_3) \cdot n \cdot K = 368 \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 0,87 = 13498,7 \text{ Вт};$$

$$\Sigma Q_{\partial\partial} = 0,0116 \text{ Гкал} / \text{год};$$

Підлога:

$$R_{\text{Підл}} = 6 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

$$Q_{\text{Підл}} = F \cdot t \cdot K = 13498 \text{ Вт} = 0,01 \text{ Гкал} / \text{год};$$

Загальні втрати через огорожувальні конструкції:

$$\Sigma Q_{ок} = 0,16 \text{ Гкал} / \text{год}$$

Приведемо втрати до середньої температури опалювального періоду:

$$\Sigma Q_{ок.пр.} = \Sigma Q_{ок.пр.} \cdot \frac{t_{вн} - t_{co}}{t_{вн} - t_{po}} = 0,16 \cdot \frac{(20 - (-0,1))}{(20 - (-22))} = 0,079 \text{ Гкал} / \text{год}$$

Тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря яке проникає через нещільності у вікнах

Швидкість холодного повітря яке надходить в приміщення обчислюється за наступною формулою:

$$W_{inf} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{\xi}} \cdot \left(1 - \frac{T_3}{T_{вн}}\right) + w_{\phi}^2$$

де g – прискорення вільного падіння;

h – висота будівлі;

T₃, T_в – температури зовнішнього та внутрішнього повітря, К;

$$\sqrt{\frac{1}{\xi}} = \mu - \text{коефіцієнт витрати повітря (0,1 – 0,05)}.$$

Розрахуємо:

$$W_{inf} = \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 30) / 0,1} \cdot \left(1 - \frac{273 - 1,1}{273 + 20} \right) + 4,3^2 = 24,015 \frac{m}{c}.$$

Інфільтрація повітря враховується для вікон та дверей, які розташовані зі сторони руху вітру. За статистичними даними, переважний напрям вітру – південно-західний.

Максимальні тепловтрати інфільтрацією розраховують за формулою:

$$Q_{inf} = W_{inf} \cdot \rho_{пов} \cdot F_{щ} \cdot c_{пов} \cdot (t_{вн} - t_{з});$$

Знайдемо площу щілин. За табличними даними, ширина щілини – 1,5мм, а довжина приймається за більшу довжину одного стику одного вікна.

$$F_{щ} = 0,1095 \text{ м}^2;$$

Знайдемо втрати:

$$Q_{inf} = 24,015 \cdot 1,406 \cdot 0,1095 \cdot 1,01 \cdot (20 - (-22)) = 34162,7 \text{ Вт} = 0,029 \text{ Гкал/год}$$

Додаткові втрати теплоти

$$Q_{вент} = 0,337 \cdot V \cdot (t_{вн} - t_{р.о.})$$

де V- об'єм будівлі

$$Q_{вент} = 0,337 \cdot 8805 \cdot (20 - 22) = 124626 \text{ Вт}$$

Розрахункова потужність системи опалення

$$Q_{розр} = Q_{\sum OK} + Q_{вент} + Q_{Пл} - (Q_{ПОБ})$$

де $Q_{\sum OK}$ - тепловтрати через огорожуючі конструкції, не враховуючи підлогу;

$Q_{Пл}$ - тепловтрати через підлогу;

$Q_{вент}$ - тепловтрати на інфільтрацію;

$Q_{ПОБ}$ - теплонадходження від людей.

$$Q_{розр} = 298,7 \text{ кВт}$$

Зведемо у таблиці вихідні (таблиця 2.8) та отримані вище розрахункові (таблиця 2.9) дані по втратах теплоти на опалення житлових будинків.

Таблиця 2.8 – Вихідні дані

| № | Найменування | Умовні позначення | Одиниця виміру | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
|---------------------|---|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Вихідні дані | | | | | |
| 1 | Коефіцієнт теплопередачі стін | R_{Cm} | $m^2 \cdot K / Bm$ | 2,38 | 2,38 |
| 2 | Коефіцієнт теплопередачі вікон | R_{B1} | $m^2 \cdot K / Bm$ | 0,4 | 0,4 |
| | | R_{B2} | | 0,52 | 0,52 |
| 3 | Коефіцієнт теплопередачі даху | R_{Do1} | $m^2 \cdot K / Bm$ | 1,145 | 1,145 |
| 4 | Коефіцієнт теплопередачі дверей | R_{D1} | $m^2 \cdot K / Bm$ | 0,29 | 0,29 |
| | | R_{D2} | | 0,24 | 0,24 |
| 5 | Коефіцієнт теплопередачі підлоги | $R_{П1}$ | $m^2 \cdot K / Bm$ | 0,514 | 0,514 |
| 6 | Площа стін | F_{Cm} | m^2 | 1436,9 | 1490,76 |
| 7 | Площа вікон | F_B | m^2 | 495,9 | 495,9 |
| 8 | Площа даху | F_{Do} | m^2 | 354 | 368 |
| 9 | Площа підлоги | $F_{П}$ | m^2 | 354 | 368 |
| 10 | Площа дверей | F_D | m^2 | 3,24 | 3,24 |
| 11 | Кондиційована площа | $F_{Конд}$ | m^2 | 2335 | 2424 |
| 12 | Кондиційований об'єм | $V_{Конд}$ | m^3 | 8478 | 8805 |
| 14 | Розрахункова температура опалювальних приміщень | $t_{вн}$ | $^{\circ}C$ | 20 | 20 |
| 15 | Температура зовнішнього повітря | $t_{зовн}$ | $^{\circ}C$ | -22 | -22 |
| 16 | Температура подачі | t_1 | $^{\circ}C$ | 90 | 90 |
| 17 | Температура зворотки | t_2 | $^{\circ}C$ | 80 | 80 |

Таблиця 2.9 – Розрахункові втрати теплоти

| № | Найменування | Умовні позначення | Одиниця виміру | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
|-------------------|---|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Розрахунок | | | | | |
| 1 | Втрати тепла через огорожувальні конструкції | Q_{OK} | $G_{кал/год}$ | 0,06 | 0,06 |
| 2 | Тепло на нагрівання інфільтраційного повітря | $Q_{инф}$ | $G_{кал/год}$ | 0,029 | 0,03 |
| 3 | Тепло що надходить від людей і електрообладнання | $Q_{НАД}$ | $G_{кал/год}$ | 0,01 | 0,01 |
| 4 | Витрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря що проникає через двері | Q_d | $G_{кал/год}$ | 0,107 | 0,107 |
| 5 | Сумарне теплове навантаження будівлі | $Q_{сум}$ | $G_{кал/год}$ | 0,206 | 0,207 |
| | | | $МВт$ | 0,2396 | 0,2407 |

2.6 Опис інженерних систем

Характеристика системи теплопостачання

Джерело теплової енергії

Система теплопостачання працює з 1968 року, значних модернізацій та замін устаткування не проводилось.

Вузол теплового введення

Вузол теплового введення знаходиться в підвалі приміщення. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням гідроелеваторного вузла. В такій системі мережева вода із подавального трубопроводу теплової мережі поступає прямо в нагрівальні пристрої.

Запірна арматура знаходиться у не задовільному стані (Рисунок 1.5). Автоматичне регулювання температури носія відсутнє. Зниження температури подачі води на вузлі не відбувається.

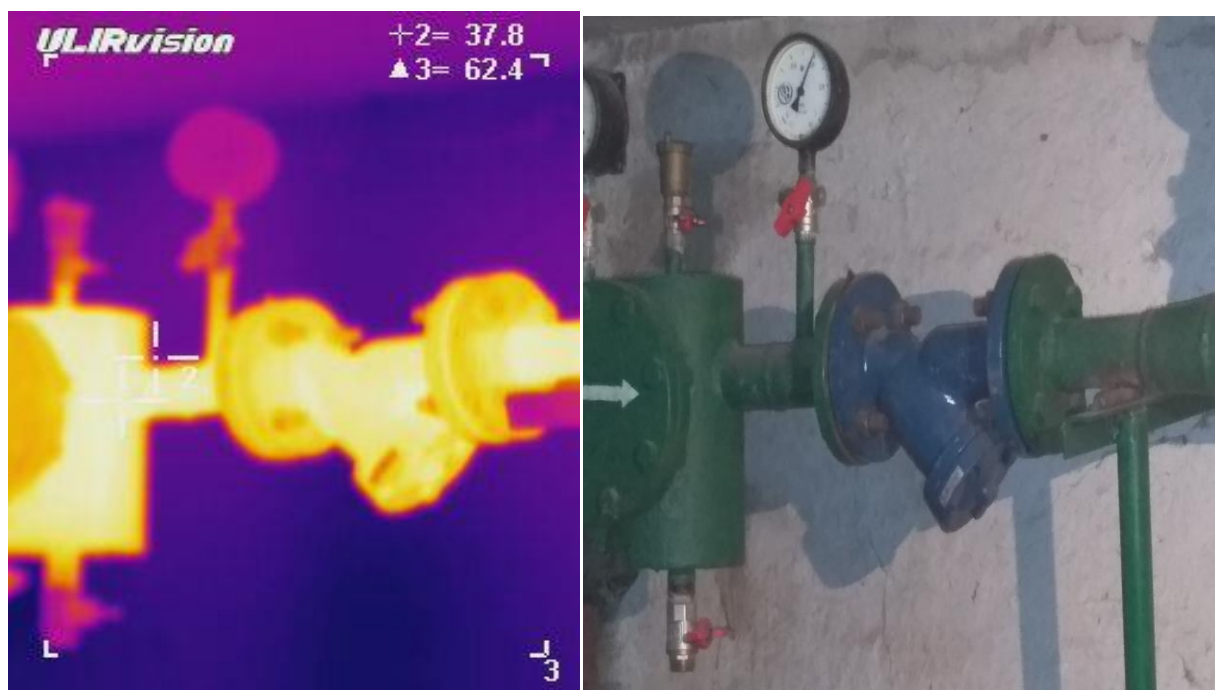


Рисунок 2.25 – Запірна арматура системи теплопостачання

Внутрішньобудинкова система опалення

Внутрішня система опалення виконана одноконтурною, з верхнім розведенням розподільчих труб. Система опалення спроектована на розрахункову температуру -19°C .

Система змонтована зі сталевих труб. Заміна трубопроводів системи опалення на поліпропіленові труби не здійснювалась.

Виконана теплова ізоляція магістралей, що прокладені в технічному підпіллі. Заходи з балансування розподільчої системи не здійснювались.

Проектом опалення будівлі передбачено обігрів приміщень чавунними секційними радіаторами М 140.

Можливість регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів відсутня.

Хімічна промивка системи опалення не проводилася.

Характеристика системи гарячого водопостачання

Будівля підключена до централізованої системи гарячого водопостачання (ГВП). Регулювання не автоматичне. Стан системи розподілу – незадовільний.

Подача гарячої води відбувається цілодобово. Для забезпечення гарячою водою мешканці використовують додатково бойлери.

Трубопроводи ГВП виконані зі сталі. Виконана часткова теплова ізоляція трубопроводів.

Характеристика системи вентиляції

В будівлі, природній приплив свіжого повітря, відбувається через нещільності та відкриті вікна. Природна витяжна вентиляція здійснюється через канали, що прокладені в товщі стін. Заходи з очищення вентиляційних каналів не здійснювались.

Системи електроспоживання

Охолодження повітря відбувається електричними кондиціонерами, у кількості – 20 шт., середня потужність одного становить 1,5 кВт.

Системи електроспоживання

Система освітлення

Внутрішнє освітлення будівлі складається зі світильників з лампами розжарювання та світлодіодних ламп.

Найбільшу частку в системі внутрішнього освітлення під'їздів займають світлодіодні стрічки, потужність яких у середньому 10 Вт, кількість таких ламп – 40 шт. Управління освітленням здійснюється в ручному режимі.

Інформація щодо типу та потужності основних джерел світла, в цілому, по будівлі, наведена в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Основні типи та потужності джерел світла в цілому, по будівлі

| Освітлювальні прилади | Потужність лампи (Вт) | Кількість ламп (шт.) | Загальна потужність (кВт) |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| Васильченка 6 | | | |
| Лампи розжарювання | 60 | 50 | 3 |
| Ногородська 11 | | | |
| Лампи розжарювання | 60 | 10 | 0,6 |
| Світлодіодні лампи | 10 | 40 | 0,4 |

Характеристика системи холодного водопостачання

Холодне водопостачання будівель здійснюється централізовано від зовнішніх водопровідних мереж міста. Водовідведення будівель здійснюється централізовано до зовнішніх міських каналізаційних мереж.

Постачання холодної води відбувається цілодобово.

Вузол вводу холодного водопостачання змонтовано із сталевих водогазопровідних труб.

Вузол вводу холодного водопостачання будівель обладнано лічильником холодної води, запірною арматурою (встановлена до та після лічильника), контрольно-спусковим краном та з'єднувальними частинами і патрубками.

Для здійснення комерційного обліку спожитої холодної води вузол вводу холодного водопостачання обладнано крильчастим витратоміром.

Стан вузла обліку оцінюється як задовільний.

Система внутрішньої каналізації

Вузол відведення стічних вод з будівлі під'єднаний до зовнішніх міських каналізаційних мереж. Трубопровід каналізації змонтовано із закритих самопливних чавунних труб.

2.7 Заходи з енергозбереження

Утеплення зовнішніх стін

Існуюча ситуація

Середній коефіцієнт теплопередачі стін $R=2,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ менший за розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $R=3,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Опис заходу

Додаткова теплова ізоляція дозволить зменшити понаднормові втрати тепла через стіни та покращити зовнішній вигляд будівлі. Площа зовнішніх стін, які необхідно вкрити тепловою ізоляцією, складає 1487 м^2 . В якості утеплювача пропонується використовувати мінераловатні плити ($\lambda=0,05 \text{ Вт/мК}$) товщиною 150 мм. Технологія виконання – скріплена ізоляція. Загальні витрати складають 1 600 000 грн.

Загальний строк служби – 20 років.

Економія:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{2 \cdot \delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} = \frac{1}{23} + \frac{0,4}{2,04} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,81} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{8,7} = 3,28 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

$$K_{\text{УТ}} = 0,304 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{К});$$

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі:

$$Q_{\text{ПнЗ}} = F_{\text{ПнЗ}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 282,3 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 0,304 = 3974,9 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ПнС}} = F_{\text{ПнС}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 462,8 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 0,304 = 6516,4 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ПдС}} = F_{\text{ПдС}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 282,3 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 0,304 = 3794,2 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ПдЗ}} = F_{\text{ПдЗ}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_3) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 462,8 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 0,304 = 6516,4 \text{ Вт};$$

Сумарні тепловтрати через стіни до утеплення:

$$\sum Q_1 = 27861 \text{ Вт};$$

Економія теплової енергії за рік складатиме:

$$\Delta Q_{\text{ст}} = \sum Q \cdot n \cdot 24 \cdot \frac{3600 \cdot 10^{-9}}{4,19},$$

де n – кількість опалювальних днів, для м.Київ $n = 176$ днів;

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 27861 \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{3600 \cdot 10^{-9}}{4,19} = 101 \text{ Гкал}.$$

Грошову економію при реалізації заходу отримаємо з розрахунку тарифних даних. На сьогодні тариф на теплову енергію складає 1325,95 грн/Гкал, річна економія становитиме:

$$\Delta E_i = \Delta Q_i \cdot C,$$

де C – тариф на теплову енергію, грн/Гкал;

Річна економія витрат від утеплення фасаду, складає:

$$\Delta E_{\text{ст}} = 101 \cdot 1325,95 = 133\,920,9 \text{ грн}.$$

Простий термін окупності впровадження заходу:

$$T_{\text{окуп}}^{\text{пр}} = \frac{KB}{\Delta E},$$

де KB – капітальні витрати по проекту, грн;

ΔE – річна економія по заходу, грн/рік.

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{1\,600\,000}{133\,920,9} = 11 \text{ років } 10 \text{ місяців.}$$

Заміна дерев'яних вікон на металопластикові

Вікна знаходяться в незадовільному стані, спостерігаються нещільності між рамою та склом. Дерев'яна конструкція деяких віконних рам знаходиться в аварійному стані і частково зруйнована. Це призводить до того, що деякі вікна не можуть бути щільно закритими, збільшуючи втрати тепла на нагрів інфільтраційного повітря. Дерев'яні рами фізично вже не піддаються ремонту. Середній коефіцієнт теплопередачі дерев'яних вікон та входних дверей будівлі $K = 2,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $K = 1,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Опис заходу

Для зменшення тепловтрат пропонується замінити існуючі дерев'яні вікна будівлі на металопластикові з подвійним склопакетом та коефіцієнтом теплопередачі на рівні $K = 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Це дасть змогу значно знизити теплові втрати та покращити умови в середині приміщень за рахунок зменшення протягів. Вартість даного заходу складає 600 000 грн.

Загальна площа дерев'яних вікон у житловому будинку – $213,15 \text{ м}^2$.

Загальний строк служби – 20 років.

Економія:

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі:

$$R_{\text{в.ум}} = 0,714 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \rightarrow K_{\text{ут}} = 1,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

$$Q_{\text{ПнЗ}} = F_{\text{ПнЗ}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 32,63 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 1,4 = 2111 \text{Вт};$$

$$Q_{\text{ПнС}} = F_{\text{ПнС}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 21,75 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 1,4 = 1407,3 \text{Вт};$$

$$Q_{\text{ПдС}} = F_{\text{ПдС}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 17,4 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 1,4 = 1125,8 \text{Вт};$$

$$Q_{\text{ПдЗ}} = F_{\text{ПдЗ}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot K = 13,05 \cdot (20 + 22) \cdot (1 + 0,1) \cdot 1 \cdot 1,4 = 767,64 \text{Вт};$$

Сумарні тепловтрати через вікна до заміни:

$$\sum Q_i = 5411,9 \text{Вт}.$$

Також, при заміні вікон усувається деяка кількість нагрівання інфільтраційного повітря. Кількість енергії, яку буде зекономлено за рахунок інфільтрації можна розрахувати за формулою:

$$Q_{\text{інф}} = \rho_{\text{пов}} \cdot c_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{з}}) \cdot m_{\tau} = 0,1095 \cdot 1,01 \cdot 20,1 \cdot 655,8 = 1457,8 \text{Вт}.$$

де m_{τ} – кількість повітря, яку можна зекономити;

Знайдемо економію:

$$Q_{\text{ек}} = \frac{(9660,3 - (5411,9 - 1530,35)) \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = 62,97 \text{ Гкал / рік}$$

Знайдемо економію в грошовому еквіваленті:

$$E = Q_{\text{ек}} \cdot C_{\text{Гкал}} \cdot 10^{-3} = 62,97 \cdot 1325,95 = 83495 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Термін окупності заходу:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{600000}{83495} = 7,2 \text{ років}$$

Утеплення даху

Існуюча ситуація

Середній коефіцієнт теплопередачі даху $K = 0,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $K_{\text{норм}} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Опис заходу

Теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через перекриття останнього поверху (суміщений дах). Пропоную використовувати в якості утеплювача мінераловатні плити. При розрахунку вартості будівельно монтажних робіт необхідно передбачити облаштування гідроізоляції даху (наприклад 2 шари руберойду). Площа даху, яку необхідно вкрити тепловою ізоляцією складає 368 м^2 . Загальна вартість заходу – 185 000 грн.

Загальний строк служби – 20 років.

Інвестиції приведені вище – це інвестиції потрібні на покриття даху шаром ізоляції товщиною 200мм. Для покриття шаром 100мм загальна сума капіталовкладень складатиме 100 300 грн.

Економія:

Значення коефіцієнту теплопередачі з шаром ізоляції

100мм:

$$R_{до1} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{зб}}{\lambda_{зб}} + \frac{\delta_p}{\lambda_p} + \frac{\delta_{ск}}{\lambda_{ск}} + \frac{\delta_{ІЗ}}{\lambda_{ІЗ}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,035}{0,046} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{8,7} = 3,145 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$K_{ут1} = 0,318 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{К});$$

200мм:

$$R_{до2} = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{зб}}{\lambda_{зб}} + \frac{\delta_p}{\lambda_p} + \frac{\delta_{ск}}{\lambda_{ск}} + \frac{\delta_{ІЗ}}{\lambda_{ІЗ}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,035}{0,046} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{8,7} = 5,145 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$K_{ут2} = 0,194 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{К});$$

Розрахуємо тепловтрати з новими коефіцієнтами теплопередачі:

$$Q_1 = F \cdot (t_{вн} - t_3) \cdot n \cdot K_{ум1} = 368 \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 0,317 = 4914,8 \text{ Вт};$$

$$Q_2 = F \cdot (t_{вн} - t_3) \cdot n \cdot K_{ум2} = 368 \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 0,194 = 3004,2 \text{ Вт};$$

Сумарні тепловтрати через дах до утеплення:

$$\Sigma Q_1 = 13498,69 \text{ Вт}$$

Знайдемо економію для обох випадків.

$$Q_{ек1} = \frac{(13498,69 - 4914,8)}{1000} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{20+1,1}{20+22} = 19353,95 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$Q_{ек2} = \frac{(13498,69 - 3004,2)}{1000} \cdot 187 \cdot 24 \cdot \frac{20+1,1}{20+22} = 23661,75 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$E_1 = 26044,5 \text{ грн/рік};$$

$$E_2 = 31841,5 \text{ грн/рік};$$

Термін окупності:

$$T_{OK1} = 9,67 \text{ років};$$

$$T_{OK2} = 4,03 \text{ років}.$$

Пропоную виконати другий варіант, так як різниця в тепловтратах між утепленням 100мм і 200мм мінеральної вати незначна.

Хімічна очистка системи опалення будівлі

Існуюча ситуація

Система опалення будівлі запроектована однотрубна з нижньою розводкою, та є не ефективною з точки зору регулювання. Опалювальні прилади та трубопроводи зашлаковані, хімічна чистка тривалий час не проводилась. Навіть при незначних відкладеннях (10-30% від загального об'єму чавунного радіатора) відбувається зниження ефективної поверхні випромінювання приладу опалення на 40-60%.

Система опалення будівлі розбалансована. Нерівномірність розподілення теплоносія у внутрішній мережі призводить до коливань внутрішньої температури приміщень залежно від блоку будівлі/стояку системи опалення.

Опис заходу

Пропонується провести хімічну чистку всієї внутрішньої системи опалення будівлі. Це дозволить покращити тепловіддачу опалювальних приладів, та призведе до зменшення споживання теплової енергії.

Гідравлічне балансування системи опалення дозволить нормалізувати температури по приміщеннях будівлі, покращить санітарні умови перебування людей, а також дозволить зменшити перевитрати теплової енергії. Загальна кількість автоматичних балансувальних клапанів, які необхідно встановити на стояки внутрішньої системи опалення, складає 22 шт. Загальна вартість МЕЗу складає 300 000 грн.

Загальний строк служби – 15 років.

Економія:

Навіть при незначних відкладеннях (10-30% від загального об'єму чавунного радіатора) відбувається зниження ефективної поверхні випромінювання приладу опалення на 40-60%. Ефективність засміченої площі залежить від коефіцієнту K . При засміченні з'являється додатковий термічний опір у вигляді накипу, іржі, мінеральних солей та інших домішок. За рахунок очистки, кількість теплоти яку передають радіатори збільшується до максимального показника. Розрахуємо кількість теплоти яка витрачається до та після чистки на нагрівання приміщень садку до нормативної температури.

До чистки:

За розрахунками проведеними кількість теплоти, яка має забезпечуватись радіаторами опалення складає 0,19 Гкал/год. Тобто, цю кількість теплоти передають радіатори без засмічень ($\eta=100\%$). Коли труби засмічені, зменшується ефективна площа випромінювання на 50% (з довідкових даних). Тим самим зменшується кількість переданої теплоти, що дає зменшення температури в приміщенні. В наш час ця теплота покривається електричними обігрівачами. Тобто, ще сплачується додаткова електроенергія.

Розрахуємо значення коефіцієнту теплопередачі для засміченого радіатора. Для цього потрібно прийняти значення коефіцієнту тепловіддачі води в радіаторах. Прийнято значення $\alpha_p = 2500 \text{ Вт/м}^2\text{К}$; Для приміщення – $\alpha_{нов} = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Радіатор конструктивно виконаний з чавуну ($\lambda_{ч} = 50 \text{ Вт/мК}$),

товщиною стінки 3 мм. В шар засмічення входить іржа ($\lambda_i = 1,16$ Вт/мК) та накип ($\lambda_n = 0,25$ Вт/мК) товщиною по 5 мм.

$$K_z = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_p} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{нов}}} = \frac{1}{\frac{1}{2500} + \frac{0,005}{1,16} + \frac{0,005}{0,25} + \frac{0,003}{50} + \frac{1}{8,7}} = 7,16 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Для чистого радіатора:

$$K_z = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_p} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{нов}}} = \frac{1}{\frac{1}{2500} + \frac{0,003}{50} + \frac{1}{8,7}} = 8,67 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Приведемо K забрудненого радіатора до одиниці площі. 50% - площа чистого радіатора, 50% - забрудненого. Тоді K приведений:

$$K_{прив} = 8,67 \cdot 0,5 + 7,16 \cdot 0,5 = 7,915 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Тепловий потік з розрахованих раніше даних потрібний для забезпечення комфортних умов:

$$Q_1 = \frac{0,19 \cdot 4,187 \cdot 10^9}{3600} = 220,9 кВт;$$

Тоді тепловий потік, який ми отримаємо з засміченими радіаторами буде рівний:

$$Q_2 = \frac{7,915}{8,67} \cdot 220,9 = 201,7 кВт;$$

Після проведення чистки отримаємо:

$$Q_3 = (220,9 - 201,7) \cdot 176 \cdot 24 = 81\,100 кВтгод/рік.$$

Ця кількість теплоти компенсувалась електричними обігрівачами. Але після чистки за дану кількість теплоти споживачі також будуть сплачувати гроші, у тепловому еквіваленті – 1386 грн/Гкал. Розрахуємо вартість цієї теплоти, на її покриття електричною та тепловою енергією:

$$E_{ел} = 81100 \cdot 1,68 = 136248 \text{ грн / рік};$$

$$E_{теп} = \frac{81100}{1186} \cdot 1325,9 = 90666,5 \text{ грн / рік}.$$

Після введення заходу отримаємо економію:

$$E = 136248 - 90666,5 = 45581 \text{ грн / рік}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{B}{E} = \frac{300000}{45581} = 6,5 \text{ років}$$

Висновок до розділу 2

Після збору інформації на об'єктах було проаналізовано об'єми споживання енергетичних ресурсів та визначено впливові фактори. Для даних об'єктів впливовими на споживання факторами визначено кількість проживаючих та погодні умови. Для збору даних про об'єкт дослідження використовувались такі заходи, як: аналіз наданої представником будинків технічної документації про будівлі, візуальне обстеження зовнішнього стану огорожувальних конструкцій та елементів інженерних систем, інструментальні вимірювання.

За результатами енергоаудиту було запропоновано заходи для підвищення енергоефективності реконструкції, після якої буде зекономлено велику кількість коштів, які витрачаються на виплату за перевитрачені енергетичні ресурси. Мною було запропоновано 4 методи збереження енергії на об'єкті. Одними з першочергових, на мою думку, які потрібно втілювати в життя це утеплення стін, підлоги та заміну вікон. Одні з найменш мало затратних заходів є також прибутковими. В таблиці 2.4 зведені всі ЗЕЗи та терміни їх окупності. Для оцінки ефективності реалізації ЗЕЗ оцінимо загальну економію та середній термін окупності від впровадження заходів.

Таблиця 2.11 – ЗЕЗи та терміни окупності

| ЗЕЗ | Економія, грн/рік | Інвестиції, грн | Термін окупності, роки |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|
| Утеплення стін | 133 920,9 | 1 600 000 | 11,9 |
| Заміна вікон | 83 495 | 600 000 | 7,2 |
| Утеплення даху | 31 841,5 | 187 200 | 4,03 |
| Хімічна очистка системи опалення | 45 581 | 300 000 | 6,5 |
| Σ | 294 837,5 | 2 687 200 | 7,1 |

Середній термін окупності реалізації енергоефективних заходів складає 7 років 2 місяці. Це означає, що заходи є доцільними до реалізації та підвищують рівень енергоефективності. Заходи актуальні для обох будинків.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЯ БЕНЧМАРКІНГУ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Введення

Основна мета цього розділу надати житловим будівлям методологію для збору та аналізу даних про використання енергоресурсів з метою створення і порівняння енергетичної ефективності в межах одного або між двома і більше будинками.

Це може привести до скорочення загального споживання енергії і, отже, скорочення витрат і викидів вуглекислого газу. Ця методика розглядає загальні аспекти бенчмаркінгу.

Тестування енергоефективності можуть бути вмотивовані різними потребами, серед яких:

- інформованість про рівні енергоефективності будинків одного рівня, щоб ініціювати дії щодо підвищення енергоефективності;
- визначення цілей енергоефективності;
- визначення і відстежування енергетичної ефективності будинків у групі та пов'язані з цим (найкращі) практичні заходи.

Бенчмаркінг енергетичної ефективності житлових будинків застосовується для питомого енергоспоживання, за допомогою чого інші аспекти можуть бути прийняті до уваги.

Об'єктом бенчмаркінгу може бути конструктивні особливості, діяльність, процес, організація тощо.

Бенчмаркінг енергоефективності житлових будинків жорстко пов'язаний з енергоменеджментом, енергоаудитом та методами обчислення енергоефективності.

Модель методології бенчмаркінгу енергетичної ефективності будівель показана з основними етапами на рисунку 3.1.

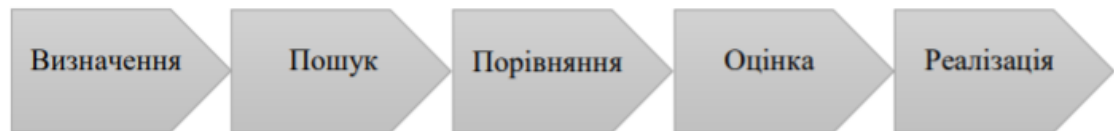


Рисунок 3.1 – Етапи енергетичного бенчмаркінгу житлових будинків

Етапи можуть бути коротко описані наступним чином:

1. Фаза визначення (мета та планування):

- визначення цілей та факторів впливу (створення цільової системи з урахуванням факторів, що впливають на ключові енергетичні показники досліджуваних будинків);
- визначення методу бенчмаркінгу та критеріїв вимірювання (внутрішній / зовнішній порівняльний аналіз);

2. Фаза пошуку (збір та перевірка):

- пошук будинків для порівняння;
- класифікація порівняння;
- запис та обробка даних порівняльного аналізу;
- визначення ключових енергетичних показників (показників споживання будинків);

3. Фаза порівняння (аналіз та результати):

- визначення порівняльних меж;
- порівняння створених ключових показників;
- інвентаризація;
- обробка даних порівняння;

4. Фаза оцінки :

- оптимізація потенціалів;
- дослідження можливих відхилень;
- аналіз відмінностей між будинками;
- розробка заходів щодо вдосконалень;

5. Фаза реалізації (звітність):

- реалізація розроблених заходів з удосконалення;
- перевірка цілей (фактичне порівняння);

3.2 Вимоги для бенчмаркінгу енергетичної ефективності

Процес бенчмаркінгу енергетичної ефективності житлових будівель повинен включати наступне:

- визначення результатів на кожному етапі;
- визначення цілей бенчмаркінгу енергоефективності, а також об'єктів і меж об'єктів;
- визначення цільової групи бенчмаркінгу;
- визначення характеристик для обраних зразків;
- встановлення учасників та вибір кандидатури координатора, та визначення їх ролей;
- визначення умов для точності, надійності та конкурентоспроможності зібраних даних;
- визначення рівня конфіденційності зібраних даних та власника бази даних та умови доступу до неї;
- перевірка для помилкових даних;
- підтвердження результатів бенчмаркінгу для учасників;
- визначення змісту звітування в залежності від мети та учасників.

3.3 Етапи бенчмаркінгу

Мета та планування

Перед запуском бенчмаркінгу енергоефективності житлових будинків, повинна бути визначена основна мета цього бенчмаркінгу.

Тип бенчмаркінгу (тобто внутрішній або зовнішній) повинен бути обрано в залежності:

- від потреби яка мотивувала бенчмаркінг;
- чи повинен бути отриманий конкретний тест.

Приклад 1. Приклад потреби запуску та проведення внутрішнього бенчмаркінгу: порівняння використання енергії на різних ділянках в одному будинку для послідовного поліпшення використання енергії, або між двома будинками одного житлового комплексу.

Приклад 2. Приклад потреби запуску та проведення зовнішнього бенчмаркінгу: краще розуміння статистики використання енергії (усереднення, мінімуму, максимуму, витрат тощо) у підрозділі.

Зобов'язання жильців для проведення бенчмаркінгу має важливе значення. Схвалення ресурсів повинно бути отримано.

Межі бенчмаркінгу енергоефективності повинні бути визначені.

Учасники та їх головні характеристики повинні бути визначені у зв'язку з конструктивними особливостями, видами інженерних систем та пов'язаними з ними особливостями, які є метою бенчмаркінгу.

Метод збору даних повинен бути визначено у залежності цілей, учасників та наявних засобів. Повинні бути отримані зобов'язання та ухвалені кошти для проведення бенчмаркінгу.

Повинен бути представлений координатор та встановлені його обов'язки.

У випадку зовнішнього бенчмаркінгу, учасники повинні ухвалити представленого координатора, з метою забезпечення конфіденційності зібраних даних та інформації. Координатор бенчмаркінгу енергоефективності повинен мати відповідні знання з енергоменеджменту. Попередньо, координатор повинен мати добрі знання про особливості будинку, які будуть підлягати бенчмаркінгу.

Повинні бути визначені будь-які корегувальні фактори - такі як погодні умови, кількість проживаючих, які енергоресурси використовуються, що будуть прийняті до розрахунку.

Учасники повинні прийняти участь у визначенні плану проекту.

Типовий план проекту повинен вміщувати методи:

- шаблон збору даних (тобто анкети, власного опису, проходження аудиту, енергоаудиту / діагностики);
- обробка даних;
- зберігання даних (база даних);
- управління даними, перевірка та підтвердження.

План проекту повинен вміщувати:

- вимоги до конфіденційності;
- власника бази даних;
- критерій розповсюдження результату;
- правила звітування.

Збір та перевірка даних

Для того, щоб виконувати бенчмаркінг енергоефективності будинків, координатор (або уповноважений дослідник) повинен скласти шаблон збору даних в якому тип, формат та точність потрібних вхідних даних описані у зрозумілій та однозначній формі. Для впевненості в тому, що анкета, яка складена на основі цього шаблону відповідна та закінчена, її зміст може бути представлений майбутнім учасникам бенчмаркінгу з метою забезпечення консенсусу.

Координатор повинен у подальшому піклуватися про наступні дії:

- збір запитів для інформації та даних по енерговикористанню потенціальними учасниками, які використовують узгоджені шаблони;
- огляд і контроль за використанням та узгодженням коригувального фактора (ів);
- виконання першої достовірної перевірки отриманих вхідних даних;
- у випадку зовнішнього бенчмаркінгу отримані дані повинні бути анонімними внаслідок відокремлення їх від процедури ідентифікації учасника;
- розрахувати енергоефективність на основі отриманих пунктів вхідних даних та ранжувати ці розраховані вихідні дані відповідно до узгодженої мети

звітності (в основному за зростанням, але інші послідовності можливі, наприклад, історичні);

- перевірити зібрані дані отримані від учасників за достовірністю та порівняльністю;

- розглянути отримані результати для відхилення нереальних вхідних даних, оскільки нереальні результати у більшості випадків є наслідком нереальних вхідних даних;

- якщо ця перевірка викликає деякі питання по вхідним даним, потрібне фільтрування або коригування від постачальника даних. Після підтвердження відфільтрованих даних та/або нових вхідних даних, потрібно перерахувати результати.

В таблиці 3.1 представлено приклад шаблону для анкет, який заповнений реальними даними по об'єктам дослідження даної дисертації.

Таблиця 3.1

| Назва показника | Од. виміру | Васильченка 6 | Новгородська 11 |
|--|------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Коефіцієнт теплопередачі стін | $m^2 \cdot K/Bm$ | 2,38 | 2,38 |
| Коефіцієнт теплопередачі вікон R_{B1} | $m^2 \cdot K/Bm$ | 0,4 | 0,4 |
| Коефіцієнт теплопередачі вікон R_{B2} | $m^2 \cdot K/Bm$ | 0,52 | 0,52 |
| Коефіцієнт теплопередачі даху | $m^2 \cdot K/Bm$ | 1,145 | 1,145 |
| Коефіцієнт теплопередачі дверей $R_{Д1}$ | $m^2 \cdot K/Bm$ | 0,29 | 0,29 |
| Коефіцієнт теплопередачі дверей $R_{Д2}$ | $m^2 \cdot K/Bm$ | 0,24 | 0,24 |
| Коефіцієнт теплопередачі підлоги | $m^2 \cdot K/Bm$ | 0,514 | 0,514 |

| | | | |
|---------------|-------|--------|---------|
| Площа стін | m^2 | 1436,9 | 1490,76 |
| Площа вікон | m^2 | 495,9 | 495,9 |
| Площа даху | m^2 | 354 | 368 |
| Площа підлоги | m^2 | 354 | 368 |
| Площа дверей | m^2 | 3,24 | 3,24 |

Продовження таблиці 3.1

| 1 | | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------|------|-----------------------|--------|--------|
| Кондиційована площа | | m^2 | 2335 | 2424 |
| Загальна опалювальна площа | | m^2 | 2827 | 2935 |
| Кондиційований об'єм | | m^3 | 8478 | 8805 |
| Сумарне теплові втрати будівлі | | $G_{\text{кал/год}}$ | 0,206 | 0,207 |
| | | $MВт$ | 0,2396 | 0,2407 |
| Потужність приладів освітлення | | $кВт$ | 3 | 1 |
| Питоме енергоспоживання | | $кВт \cdot год / m^2$ | 101,25 | 99,01 |
| Споживання електроенергії | 2016 | $кВт \cdot год$ | 4447 | 4993 |
| | 2017 | $кВт \cdot год$ | 4413 | 4483 |
| | 2018 | $кВт \cdot год$ | 4250 | 4198 |
| Споживання теплової енергії | 2016 | $G_{\text{кал}}$ | 210,9 | 216,7 |
| | 2017 | $G_{\text{кал}}$ | 210,58 | 195 |
| | 2018 | $G_{\text{кал}}$ | 241,8 | 238,1 |
| Споживання холодної води | 2016 | m^3 | 3577 | 4777,8 |
| | 2017 | m^3 | 3791 | 4249 |
| | 2018 | m^3 | 3815 | 4159 |

Даний шаблон може бути скорегованим в залежності від типу будинків.

Аналіз та результати

Для актуальності дослідження і достовірності отриманих результатів, висновки повинні бути проаналізовані у відношенні однорідності

характеристик об'єктів і, зокрема, відносно пари ресурс/споживання або обладнання/функціонування.

Для аналізу отримані вихідні дані після бенчмаркінгу повинні бути представлені у таблицях (таблиця 3.2 по фактичному споживанні, за даними, які були зібрані за допомогою анкети збору даних), рисунках, графіках (рисунок 3.2), у відповідності до мети бенчмаркінгу.

Таблиця 3.2 – приклад представлення даних порівняння

| Васильченка 6 | | | | |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------|------------|
| Рік 2016 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 245276,7 | 4447 | 249723,7 | кВт·год |
| Питоме споживання | 86,76 | 1,57 | 88,33 | кВт·год/м2 |
| Рік 2017 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 244904,54 | 4413 | 249317,54 | кВт·год |
| Питоме споживання | 86,63 | 1,56 | 88,19 | кВт·год/м2 |
| Рік 2018 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 281213,4 | 4250 | 285463,4 | кВт·год |
| Питоме споживання | 99,47 | 1,5 | 100,97 | кВт·год/м2 |
| Новгородська 11 | | | | |
| Рік 2016 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 252022,1 | 4993 | 257015,1 | кВт·год |
| Питоме споживання | 85,84 | 1,7 | 87,54 | кВт·год/м2 |
| Рік 2017 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 226785 | 4483 | 231268 | кВт·год |
| Питоме споживання | 77,25 | 1,53 | 78,78 | кВт·год/м2 |
| Рік 2018 | Теплова енергія | Електроенергія | Разом | |
| Споживання | 276910,3 | 4198 | 281108,3 | кВт·год |
| Питоме споживання | 94,32 | 1,43 | 95,75 | кВт·год/м2 |

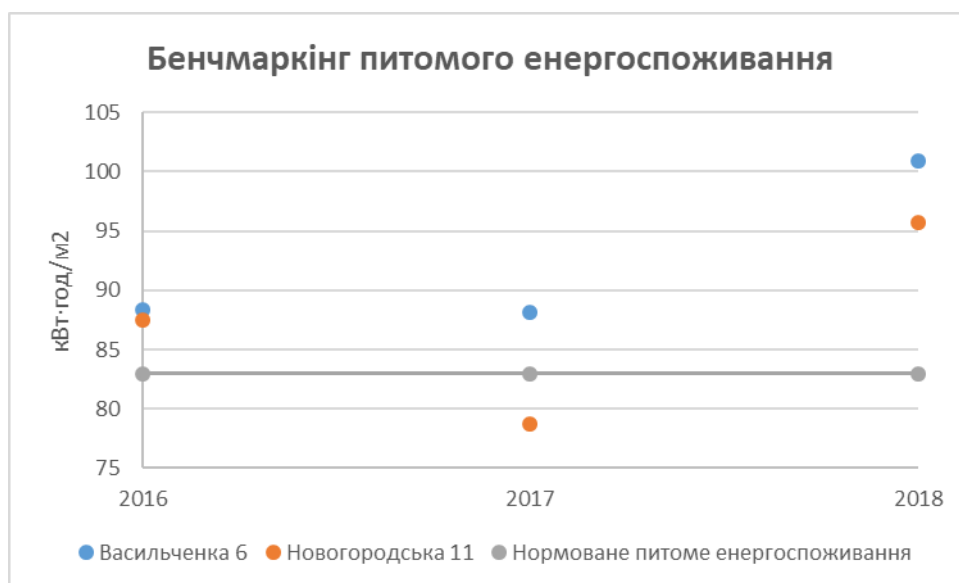


Рисунок 3.2 – Порівняння питомого енергоспоживання (приклад)

Визначити, якщо обумовлено у меті, початковий рівень. Учасники повинні затвердити результати та висновки.

Цей аналіз повинен підтвердити достатність інформації, яка пояснює відмінності в динаміці між точками даних для того щоб, наприкінці, після нормалізації отримати узагальнену базу вимірювання. Актуальність вибору і визначення корегувальних факторів повинна бути перевірена на основі аналізу.

Координатор повинен впевнитися, що порівняні дані вичерпні та правдоподібні, та повинні у подальшому підтвердити точки вхідних даних, які не можуть бути відображені. В цьому випадку координатор може зробити додаткові коригування до отриманого розрахунку аномально активних рівнів або інших достовірних факторів, які підходять. Координатор повинен вказати, які точки даних нормалізовані таким способом.

Коли метою бенчмаркінгу є покращення енергоефективності або енергоспоживання, то результати повинні вмішувати інформацію яка дозволяє учасникам визначити кращу енергоефективність, яка відповідає кращій поточній практичній діяльності. Найкраща енергоефективність повинна бути оцінена порівняно з подібними виробничими умовами для кожної організації.

Звітність

Звіт повинен бути написаний для учасників. Він повинен вміщувати ціль(цілі), границі, об'єкти, типи, елементи у контексті (визначена послуга, границі, терміни виконання, учасники, обмеження, тощо.) результатів бенчмаркінгу, зібрані анонімні дані, аналіз, а також труднощі, які зустрічались в ході реалізації дослідження.

Корегувальні фактори повинні бути пояснені, та їх доречність в оцінки відмінностей повинно бути обговорено.

Результати бенчмаркінгу можуть бути представлені учасникам під час зустрічі з метою сприяння обмінів та дискусій.

Звітність може бути зроблена у різний спосіб, тобто у вигляді таблиць, діаграм, кривих бенчмаркінгу або графіків. На рисунках 3.3 та 3.4 наведено приклад.



Рисунок 3.3 – Динаміка зміни витрат та тарифу на електричну енергію для будинків за 2016 – 2018 роки

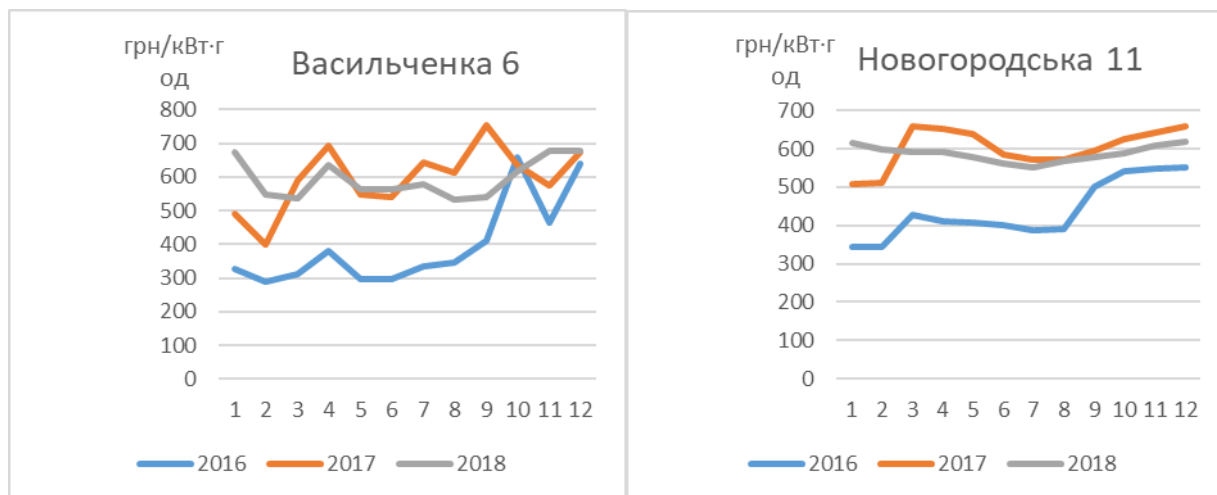


Рисунок 3.4 – Помісячні витрати на споживання електроенергії, грн./кВт·год, для будинків за 2016 – 2018 роки

Висновок до розділу 3

У даному розділі було представлено методологію бенчмаркінгу енергетичної ефективності для житлових будинків, основною метою якої є надавання інструменту для збору та аналізу даних з енерговикористання для створення і порівняння енергетичної ефективності в межах одного або між двома і більше будинками.

Були описані етапи бенчмаркінгу з чіткими інструкціями, озвучені рекомендації для представлення результатів та надані приклади.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Етапи розроблення стартап-проекту

Стартап - нещодавно створена компанія, яка буде свій бізнес на основі інновацій або інноваційних технологій, володіє обмеженою кількістю ресурсів і планує виходити на ринок. Етапи розроблення стартап-проекту наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Етапи розроблення стартап-проекту

| | |
|---|--|
| Маркетинговий аналіз стартап-проекту | опис ідеї проекту та визначення загальних напрямів використання потенційного товару чи послуги; аналіз ринкових можливості щодо реалізації; розробка стратегії ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту на базі аналізу ринкового середовища. |
| Організація стартап-проекту | складання календарного план-графіку реалізації стартап-проекту; розрахунок потреби в основних засобах та нематеріальних активах; формулювання потреби у матеріальних ресурсах та персоналі на основі визначення планового обсягу виробництва потенційного товару; розрахунок загальних початкових витрат на запуск проекту та планових загальногосподарських витрат, необхідних для реалізації проекту. |
| Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту | визначення обсягу інвестиційних витрат; розрахунок основних фінансово-економічних показників проекту та визначення показників інвестиційної привабливості проекту; визначення рівня ризикованості проекту, визначення основних ризиків проекту та шляхів їх запобігання. |
| Заходи комерціалізації проекту | 3 визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів; складання інвест-пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом; планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок, планування системи заходів з просування в межах обраних каналів; планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти. |

4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання

Ідея проекту полягає у створенні програмного забезпечення або моніторингу на основі Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг для подальшого використання інформації для бенчмаркінгу.

Опис ідеї стартап-проекту наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Опис ідеї стартап-проекту

| Опис ідеї | Напрямки застосування | Вимоги до користувача |
|--|-----------------------|--|
| Аналіз споживання та контроль ефективності використання енергії. | 1. Побутовий | <ul style="list-style-type: none"> - Надання доступу до інформації; - Наявність системи обліку енергоносіїв; - Можливість проведення необхідних вимірювань. |
| | 2. Комерційний | |

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї в порівнянні з пропозиціями конкурентів.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

| № п/п | Техніко-економічні характеристики ідеї | (потенційні) товари / концепції конкурентів | | | W (слабка сторона) | N (нейтральна сторона) | S (сильна сторона) |
|-------|--|---|-------------|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| | | Мій проект | Конкурент 1 | Конкурент 2 | | | |
| 1 | Комплексність | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | Оперативність | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 3 | Сучасність | 1 | 2 | 3 | | 2, 3 | 1 |
| 4 | Безпека та надійність | 1 | 2 | 3 | | 1, 2, 3 | |
| 5 | Вартість | 1 | 2 | 3 | | 1, 3 | 2 |

| | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|---|---|--|---------|--|
| 6 | Оптимізація витрат, знижки | 1 | 2 | 3 | | 1, 2, 3 | |
|---|----------------------------|---|---|---|--|---------|--|

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту представлено в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

| № | Ідея проекту | Технології її реалізації | Наявність технологій | Доступність технологій |
|--|------------------------|---|----------------------|------------------------|
| 1 | Програмне забезпечення | Реалізація через мобільну платформу (портативні пристрої) | Наявна технологія | Доступна |
| 2 | | Реалізація через настільну платформу (ПК) | Наявна технологія | Доступна |
| 3 | | Реалізація через супутнє програмне забезпечення | Наявна технологія | Доступна |
| Обрана технологія реалізації ідеї проекту | | | | |
| Усі з описаних технологій наявні та доступні розробникам, що робить можливим реалізацію проекту. Обирається технологія реалізації через мобільну платформу (портативні пристрої). Даний варіант дозволить реалізувати етапи виконання збору, обробки та виведення даних в одному інтерфейсі. | | | | |

Отже, технічна реалізація проекту можлива. Технології є наявними та доступними. Існує необхідність закупівлі ліцензійного програмного забезпечення.

5.3 Аналіз ринкових можливостей реалізації стартап-проекту

Для впровадження виконаного продукту необхідно розуміти можливості та загрози входження на ринок, спланувати розвиток та розробити стратегію відповідно до пропозицій конкурентів.

Визначення групи потенційних клієнтів, їх характеристики, та орієнтовний перелік вимог до послуги наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційних клієнтів

| № п/п | Потреба, що формує ринок | Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку) | Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів | Вимоги споживачів до послуги |
|-------|----------------------------------|--|---|---|
| 1 | Оцінка енергоспоживання об'єктів | Управління та інжиніринг | Нормативні документи, стандарти, особливості інженерних систем | Зрозумілий інтерфейс, легкість в застосуванні якостей розрахунку, відповідність нормам. |
| 2 | Реалізація проектів | Постачальники матеріалів, підрядні організації | Технічні регламенти | |

В таблицях 4.6, 4.7 представлено аналіз ринкового середовища та фактори, які можуть впливати впровадженню та реалізації проекту.

Таблиця 4.6 - Фактори загроз

| № п/п | Фактор | Зміст загрози | Можлива реакція компанії |
|-------|-----------------|---|---|
| 1 | Кваліфікація | Користування продуктом передбачає наявну підготовку у сфері | Проведення тренінгів та семінарів, надання технічної підтримки |
| 2 | Конкуренція | Конкуренція між продуктами | Порівняльний розрахунок з аналогами та визначення привабливішої ціни, постійний розвиток продукту |
| 3 | Особливі вимоги | Зміна державних вимог щодо оформлення кінцевого звіту | Адаптація кінцевого звіту під вимоги |

Таблиця 4.7 - Фактори можливостей

| № п/п | Фактор | Зміст можливості | Можлива реакція компанії |
|----------|---------------------|---|---|
| 1 | Потреба | Наразі на ринку не представлено комплексного продукту | Визначення основних потреб та вимог з боку клієнтів, впровадження у продукт |
| 2 | Комплекс | Зростання попиту на ринку у клієнтів | Навчання, підтримка та супроводження клієнтів на всіх етапах роботи |
| 3 | Іноземні інвестиції | Іноземні фонди та компанії зацікавлені у розвитку національного ринку | Співпраця з іноземними фондами, адаптація під умови та норми |

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку виконано в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

| № п/п | Особливості конкурентного середовища | В чому проявляється дана характеристика | Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною) |
|----------|---|---|--|
| 1 | тип конкуренції: - чиста | Велика кількість організацій подібного профілю | Надання більш якісних послуг; залучення висококваліфікованих спеціалістів |
| 2 | рівень конкурентної боротьби: - локальний | Діяльність компанії спрямована на місцевого споживача, конкурувати за кордоном не рентабельно | Конкуренція в галузі впливає на попит. Можливими діями компанії є підтвердження якості наданих послуг, застосування програми лояльності, реклама |
| 3 | Галузева ознака: - внутрішньогалузева | Компанія надає послуги лише моніторинзі енергетичних ресурсів | Вихід компанії на новий рівень. Розширення напрямків застосування методів в інших галузях |
| 4 | Конкуренція за видами послуг: - консультативна; - продуктова. | Надання консультації підприємств з питань управління та контролю споживання енергії. | Підвищення кваліфікації персоналу. Вдосконалення та впровадження нового програмного забезпечення. |

Продовження таблиці 4.8

| | | | |
|---|---|--|----------------------------------|
| 5 | За характером конкурентних переваг - нецінова | Послуга не має фіксованої ціни. Розрахунок вартості залежить від типу заявлених робіт та складності виконання. | На ціну впливає безліч факторів. |
| 6 | За інтенсивністю - не марочна | На деяких підприємствах вже працюють певні системи аналізу та контролю. Також наявна конкуренція на ринку. | Жорстка конкуренція |

Детальний аналіз умов конкуренції в галузі виконано за моделлю М. Портера та представлено в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

| Складові аналізу | Прямі конкуренти в галузі | Потенційні конкуренти | Клієнти | Товари-замінники |
|------------------|--|-----------------------------------|--|--|
| Висновки: | Інші компанії, які надають послуги з оцінки та контролю споживання енергії | Вихід на ринок нових конкурентів. | Впровадження на підприємстві системи оперативного контролю | Розробка та застосування вдосконаленого програмного забезпечення |

На основі аналізу конкуренції, наведеного в таблиці 4.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів до товару та факторів маркетингового середовища визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Обґрунтування |
|-------|-------------------------------|--|
| 1 | Мобільність | Портативна платформа дозволить використовувати продукт на всіх етапах роботи |
| 2 | Адаптивність | Продукт базуватиметься на сучасній державній |

| | | |
|---|---------------|--|
| | | нормативній документації |
| 3 | Комплексність | Проект розробляється під потреби сфер проектування |

Продовження таблиці 4.10

| | | |
|---|-----------|--|
| 4 | Гнучкість | Вигляд виводу даних буде адаптивним під вимогу споживача та передбачатиме редагування |
| 5 | Зручність | Сучасні інтерфейс та платформа, оновлення продукту дозволять зробити його максимально зручним для кінцевого споживача |
| 6 | Якість | Розробка продукту у співпраці з практикуючими спеціалістами та консультантами дозволить впровадити у продукт найкращі наробки та практики. |

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.10) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін з компанією-конкурентом

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг послуг у порівнянні з іншою компанією-конкурентом | | | | | | |
|----------|-------------------------------|--------------|---|----|----|---|----|----|----|
| | | | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| 1 | Новизна | 6 | | | | | | V | |
| 2 | Точність та якість | 8 | | | | | | | V |
| 3 | Термін виконання робіт | 11 | | | | | V | | |
| 4 | Ціна | 10 | | | | V | | | |
| 5 | Інформаційне забезпечення | 12 | | | | | | | V |

Кінцевим етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є SWOT-аналіз (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.12) .

Таблиця 4.12 - SWOT - аналіз стартап-проекту

| | |
|----------------|----------------|
| Сильні сторони | Слабкі сторони |
|----------------|----------------|

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - новизна; - точність результатів аналізу; - контроль якості; - швидкість виконання заявлених робіт; - інформаційне забезпечення; - кваліфікація розробників моделей. | <ul style="list-style-type: none"> - складність використання програмного забезпечення; - невелика команда розробників моделей. |
| Можливості | Загрози |
| <ul style="list-style-type: none"> - підвищення точності; - вдосконалення моделей; - лояльність цін; - застосування нових методів. | <ul style="list-style-type: none"> - наявність похибки; - конкуренція, наявність товарів-замінників; - законодавчі обмеження; - патенти на продукти; - відсутність попиту. |

В таблиці 4.13 представлено альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту .

Таблиця 4.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

| № п/п | Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки | Ймовірність отримання ресурсів | Строки реалізації |
|-------|--|--------------------------------|-------------------|
| 1 | Спільна робота з іншими підприємствами | Середня | 1 рік |

5.4 Розробка стратегії ринкового впровадження проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає ви-значення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

| № п/п | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту) | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу у сегмент |
|-------|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Інжиніринг | Висока | Високий | Слабка | Середня складність |
| 2 | Проектування | Середня | Середній | Середня | Середня складність |

| | | | | | |
|---|--------------------|---------|----------|-----------|--------------------|
| 3 | Постачальники | Висока | Середній | Слабка | Середня складність |
| 4 | Енергоменеджмент | Середня | Середній | Середня | Досить складно |
| 5 | Фінансові установи | Середня | Слабкий | Відсутній | Середня складність |

Аналізуючи потенційні групи споживачів обрано цільову групу, для якої пропонується надання послуг. Для роботи в обраному сегменті ринку, було сформовано базову стратегію розвитку представлено нижче. (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії розвитку

| № п/п | Обрана альтернатива розвитку проекту | Стратегія охоплення ринку | Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи | Базова стратегія розвитку |
|-------|--------------------------------------|--|--|---------------------------|
| 1 | Стратегія спеціалізації | Концентрація на потребах одного цільового сегменту | Точність, якість, комплексність, оперативність надання послуги. Сучасне програмне забезпечення. Висококваліфікований персонал. | Концентрований маркетинг |

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.19 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

| № п/п | Чи є проект «першопрохідцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів? | Чи буде компанія копіювати основні характеристики послуги конкурента, і які? | Стратегія конкурентної поведінки* |
|-------|--|--|--|---|
| 1 | Ні | Компанія здійснюватиме пошук нових споживачів та створюватиме конкуренцію на ринку | Так. Здійснення оцінки та контролю споживання енергії. | Якість послуг, висока точність результатів. |

На основі вище зазначеного розроблено стратегію позиціонування (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

| № п/п | Вимоги до послуги цільової аудиторії | Базова стратегія розвитку | Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту | Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту |
|-------|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| 1 | Досягнення очікуваного результату | Покращення та реклама | Новизна, унікальність, комплексність. | Інтелектуальний; ефективний, результативний. |

Висновки до розділу 5

1. В даному розділі запропоновано стартап-проект, з метою реалізації виконаних досліджень. Ідея стартап-проекту полягає у створенні компанії, діяльністю якої є створенні програмного забезпечення або моніторингу на основі Методики розподілу між споживачами обсягів спожитих у будівлі комунальних послуг для подальшого використання інформації для бенчмаркінгу

2. За допомогою виконаний маркетинговий аналіз стартап-проекту, було визначено загальний напрямок використання запропонованої послуги. Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї проекту в порівнянні з пропозиціями конкурентів визначив сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту, що стало підґрунтям для визначення ідеї конкурентоспроможною.

3. Виконаний аналіз ринкових можливостей щодо реалізації проекту дозволив спланувати напрямки розвитку проекту. Групою потенційних клієнтів визначено об'єкти ЖКХ.

4. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку передбачає визначення впливу на діяльність підприємства. Визначено можливі дії компанії для підвищення конкурентоспроможності. Розроблено стратегії ринкового впровадження проекту.

ВИСНОВКИ

Представлені в дисертації результати дослідження дозволили зробити ряд висновків, викладених в порядку вирішення поставлених перед початком роботи завдань.

1) Автором розглянута теоретична сутність такого маркетингово інструмента як бенчмаркінг. Проведено аналіз поняття даного інструменту, виявлено місце і роль бенчмаркінгу в різних сферах діяльності, розглянуто еволюцію, проаналізовано цілі і завдання, принципи поведінки, види бенчмаркінгового аналізу. У роботі приведена практика використання бенчмаркінгу зарубіжними компаніями.

2) Після чого, була запропонована загальне трактування поняття бенчмаркінг, були виділені основні завдання, які вирішуються в процесі проведення еталонного зіставлення. В результаті порівняння різних видів бенчмаркінгу, була запропонована класифікація видів залежно від об'єкта, предмета і суб'єкта порівняння.

В ході проведення дослідження, була уточнена базова система принципів проведення порівняльної оцінки і запропонований ще один принцип проведення бенчмаркінгу - принцип безперервності, так як пошук нових ідей, їх адаптація та використання на практиці має здійснюватися безперервно.

3) Для збору матеріалів для бенчмаркінгу було проведено енергетичний аудит об'єктів дослідження. Енергоаудит було проведено на основі принципів та підходів, що закладені в ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичний аудит. В ході даного обстеження було: проаналізоване споживання енергоресурсів та побудовані відповідні графіки та діаграми; проведено тепловізійне обстеження стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем об'єктів з метою виявлення наднормативних втрат тепла, прихованих дефектів, зон промерзання, місць пошкодження ізоляційних матеріалів, місць аномального перегріву в електричній мережі та елементах

живлення тощо; розраховано тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції, що дало змогу оцінити ефективність енергоспоживання будівель та запропонувати заходи з енергозбереження.

4) У контексті розглянутих задач, автором розроблена методологія бенчмаркінгу енергоефективності житлових будинків. Запропонована методологія містить наступні етапи:

- мета та планування;
- збір та перевірка даних;
- аналіз та результати;
- звітність.

Для проведення бенчмаркінгу енергетичної ефективності будинків кожен етап містить детальну інструкцію та приклади сформовані на реальних об'єктах.

5) Також, було запропоновано стартап-проект, ідея якого полягає у створенні компанії, діяльністю якої є надання послуг аналізу та контролю ефективності споживання енергоресурсів житлових будинків з метою підвищення рівня енергоефективності.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кемп С. Роберт. Легальный промышленный шпионаж: Бенчмаркинг бизнес-процессов: технологии поиска и внедрения лучших методов работы ваших конкурентов / Роберт С. Кемп; пер. с англ.; под ред. О. Б. Максимовой. – Днепропетровск : Баланс-Клуб, 2004. – 416 с.
2. Camp Robert C. Xerox benchmarks the spot, the best in business / Robert C. Camp // Inside Guide. – 1993. – V. 7. – N 1. – P. 13–23.
3. Подхалюзін А. Ю. Елементи бенчмаркінгу при визначенні ефективного використання енергоресурсів у закладах соціальної сфери. Вісник НТУ «ХПІ». 2016. № 24(1196). С.100.
4. Михайлова Е. А. Бенчмаркинг / Е. А. Михайлова. – М. : Благовест-В, 2002. – 176 с.
5. Петрусь В. В. Оцінка енергоспоживання багатоквартирних житлових будинків міста Вінниці. Вінницький національний технічний університет.
6. Гончарук А. Г. Бенмаркинг як метод управління ефективністю підприємства / А. Г. Гончарук // Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – Вип. 1 (27). – С. 253–257.
7. Вишинська Т. О. Бенчмаркінг в Україні: психологічний аспект [Електронний ресурс] / Т. О. Вишинська. – Режим доступу: <http://www.rusnauka.com>
8. Бровкова О. Г. Бенчмаркінг як ефективний інструмент управління підприємством / О. Г. Бровкова, О. І. Манакова // Сталий розвиток економіки. Всеукраїнський науково-виробничий журнал. – 2010. – №3. – С. 243–247.
9. Дячок І. Бенчмаркінг як інструмент вдосконалення бізнесу: суть, види та особливості проведення / І. Дячок, М. Тепла. // Вісник Львів. ун-ту. Серія економічна. – 2010. – Вип. 44. – С. 595–605.

10. Жилінська О. Бенчмаркінг у системі розвитку підприємств / О. Жилінська, С. Нечушкіна // Стратегія економічного розвитку України : наук. зб. – Вип. 4 / Відп. ред. О. П. Степанов. – К. : КНЕУ, 2001. – С. 221–227.

11. 50. Жилінська О. І. Теоретичні аспекти оцінювання конкурентоспроможності підприємства на засадах бенчмаркінгу / О. І. Жилінська, В. Є. Волошина // БІЗНЕСІНФОРМ. – 2012. – № 10. – С. 96–101.

12. Двірко Ю. В. Методичні засади управління бенчмаркінгом торговельних підприємств споживчої кооперації / Ю. В. Двірко // БІЗНЕСІНФОРМ. – 2012. – № 10. – С. 150–154.

13. Швед Н.М. Формування системи управління машинобудівними підприємствами на засадах бенчмаркінгу: дис. Швед Н.М. канд. економ. наук: 08.00.04. Тернопіль, 2015. 425 с.

14. Семь инструментов Управления качеством. Бенчмаркинг. Развертывание функции качества: /Барабанова О. А., Васильев В. А., Москалев П. В., Подготовлено в Инновационном Технологическом Центре МАТИ при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно–технической сфере – 43 с.

15. Кемп С. Роберт. Легальный промышленный шпионаж: Бенчмаркинг бизнес-процессов: технологии поиска и внедрения лучших методов работы ваших конкурентов / Роберт С. Кемп; пер. с англ.; под ред. О. Б. Максимовой. – Днепропетровск : Баланс-Клуб, 2004. – 416 с.

16. Поплавська Ж. Сутність життєвого циклу підприємств та фактори, що впливають на його формування / Ж. В. Поплавська, Т. В. Доненко // Збірник науково-технічних праць Національний лісотехнічний університет України. - 2008. – № 18.8. – С. 169–175

17. XEROX The Way To The Better-Coming. New York : JBS, 1984. – 92 р.

18. Каору И. Японские методы управления качеством / И. Каору. – СПб. : Питер, 2002. – 321 с : ил. - (Серия «Теория и практика менеджмента»)

19. Bruckhard Werner. Benchmarking: Wettbewerbsorientierende Analyse, Planung und Umsetzung / Bruckhard Werner // TU Dresden, Materialien der Konferenz «Benchmarking 94», 1994. – 32 p.

20. Armin T. TQM-Modelle und Self-Assessment als Basis fur internes und extemes / Topfer Armin // Benchmarking Materialien der Konferenz «Benchmarking 98», 1998. – 45 p.

21. Енергетичні системи та комплекси. Системи виробництва та розподілу енергії: Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання: навчальний посібник для студентів напрямів підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології", 6.050601 "Теплоенергетика" / В.В.Дубровська, В.І Шкляр. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 112 с.

22. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинні від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

23. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016. – [Чинні від 2016–10–08, на заміну ДБН В.2.6–31:2006.] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 20016. –33 с. – (Державні будівельні норми України).

24. Опалення, вентиляція та кондиціювання: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинні від 2014–01–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2013. – 149 с. – (Державні будівельні норми України).

25. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 "Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків".

26. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 "Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель".

27. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24:2009. – [Чинні від 2009–09–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 20016. –105 с. – (Державні будівельні норми України).

28. Енергозбереження будівель і споруд. Ефективність роботи системи опалення: метод. вказівки до викон. лабор. робіт з дисципліни для студ. спец. “Енергетичний менеджмент” / В. І. Дешко, М. М. Шовкалюк, О. М. Галілейська, К. В. Іщенко – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 40с.

29. Опалення , вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинні від 2014–01–01, на заміну СНиП 2.04.05-91] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 20016. –147 с. – (Державні будівельні норми України).

30. Тарифи на теплову енергію для населення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kte.kmda.gov.ua/tarufu/>.

31. Тарифи на електричну енергію для населення, що проживає у житлових будинках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dtek-kem.com.ua/tarifi>

32. Каменев П. Н. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. I. Отопление Изд 3-е перераб. и доп. [Текст] / Каменев П. Н., Сканава А. Н., Богословский В. Н. – М.: Стройиздат, 1975. – 483 с.

33. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения [Текст] /. Кнорринг Г. М, Оболенцев Ю. Б. - Л. : Энергия, 1976. – 384 с.

34. Розен В. П., Соловей О. І., Бржестовский С. В., Чернявский А. В. Енергетичний аудит об’єктів житловокомунального господарства – К.: ПП ВКФ «ДЕЛЬТА ФОКС», 2007, – 224 с.

35. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 31 жовтня 2006 року N 359 "Про затвердження Методики розрахунку кількості теплоти, спожитої на опалення місць загального користування багатоквартирних будинків, та визначення плати за їх опалення", зареєстрований у Міністерстві юстиції України 27 листопада 2006 року за N 1237/13111.

36. Прокопенко В.В. енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник / Прокопенко В.В., Закладний О.М., Кульбачний П.В. – К.: Освіта України, 2009. – 438 с.

37. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Споживачі електричної енергії» на тему «Методи розрахунку електричного освітлення» з напрямків підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» / О.І.Соловей, А.В.Чернявський, Т.І.Литвин, О.М.Галілейська – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2011. – 56 с.

38. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT)./ ДСТУ ISO 50001:2014 [Чинні від 2015-01-01] // Мінекономрозвитку України. – К., 2014. – 23с. – (Національний стандарт України).

39. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських

40. дисертацій для студентів інженерних спеціальностей [Електронний ресурс] / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28с. — Режим доступу: <http://foundry.kpi.ua/uk/news/9-novini/764-metodychni-rekomendaciji-do-vykonannja-rozdilu-magisterskyh-dysertacij-dlja-studentiv-inzhenernih-specialnostej.html>

41. Правила улаштування електроустановок. – [Чинні від 2017–07–17] // Мінбуд України. – К.: Наказ Міненерговугілля України. –617 с.

42. ДСТУ EN 16231:2017. Методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності. [Чинний від 13.10.2017].

